

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup>:</b> <b>B23K 9/073</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 00/64620</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 2. November 2000 (02.11.00)
--	-----------	---

**(21) Internationales Aktenzeichen:** PCT/AT00/00106  
**(22) Internationales Anmeldedatum:** 26. April 2000 (26.04.00)  
  
**(30) Prioritätsdaten:**  
 A 731/99 26. April 1999 (26.04.99) AT  
  
**(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):** FRONIUS SCHWEISSMASCHINEN PRODUKTION GMBH & CO. KG [AT/AT]; Nr. 89, A-4643 Pettenbach (AT).  
  
**(72) Erfinder; und**  
**(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):** ARTELSMAIR, Josef [AT/AT]; Hiersdorf 59, A-4552 Wartberg/Krems (AT).  
  
**(74) Anwalt:** SECKLEHNER, Günter; Pyhmstrasse 1, A-8940 Liezen (AT).

**(81) Bestimmungsstaaten:** AE, AG, AL, AM, AT, AT (Gebrauchsmuster), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, CZ (Gebrauchsmuster), DE, DE (Gebrauchsmuster), DK, DK (Gebrauchsmuster), DM, DZ, EE, EE (Gebrauchsmuster), ES, FI, FI (Gebrauchsmuster), GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (Gebrauchsmuster), SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht**

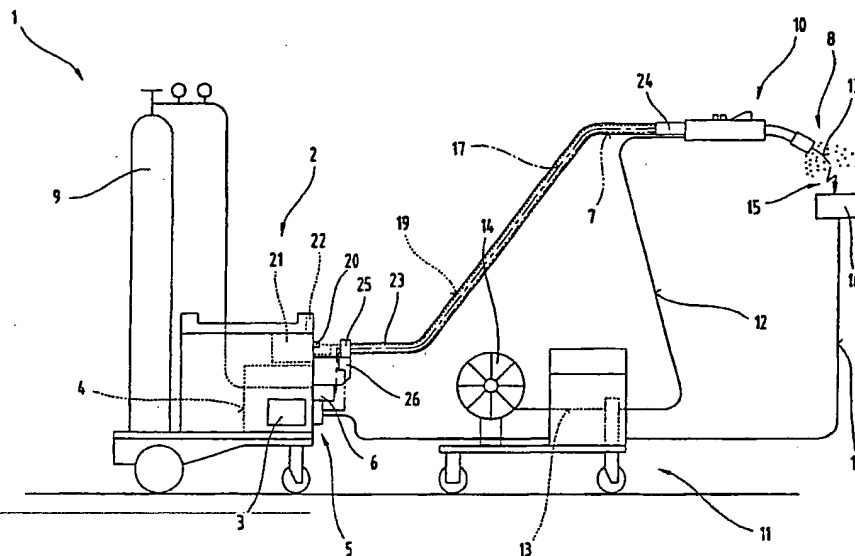
Mit internationalem Recherchenbericht.  
 Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

**(54) Title:** WELDING METHOD AND WELDING DEVICE FOR CARRYING OUT SAID WELDING METHOD

**(54) Bezeichnung:** SCHWEISSVERFAHREN UND SCHWEISSGERÄT ZUR DURCHFÜHRUNG DES SCHWEISSVERFAHRENS

**(57) Abstract**

The invention relates to a welding method, especially an arc welding method for carrying out a welding process. According to the inventive method, a welding rod (13) that melts off in an arc (15) is used, which welding rod is supplied with power by at least one regulated source of current (2). A control device (4) controls or regulates the source of current (2). If a short circuit occurs during the welding process between the welding rod (13) and a work piece (4) once the arc (15) is struck for the first time, the advance movement of the welding rod (13) is stopped or reversed in order to disrupt said short circuit.



#### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung beschreibt ein Schweissverfahren, insbesondere Lichtbogenschweissverfahren, zur Durchführung eines Schweissprozesses mit einem in einem Lichtbogen (15) abschmelzenden Schweissdraht (13), der mit Energie aus zumindest einer geregelten Stromquelle (2) versorgt wird, wobei über eine Steuervorrichtung (4) eine entsprechende Steuerung oder Regelung der Stromquelle (2) durchgeführt wird. Nach dem erstmaligen Zünden des Lichtbogens (15) wird bei einem Auftreten eines Kurzschlusses zwischen dem Schweissdraht (13) und einem Werkstück (4) im laufenden Schweissprozess die Vorwärtsbewegung des Schweissdrahtes (13) zur Unterbrechung des Kurzschlusses gestoppt oder umgekehrt.

#### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Schweißverfahren und Schweißgerät zur Durchführung des Schweißverfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung für das Lichtbogenschweißen nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 20.

5

Aus der EP 0 904 883 A1 ist ein Verfahren zum Zünden und zur Aufrechterhaltung eines Lichtbogens für das Lichtbogenschweißen bekannt. Die Versorgung des Lichtbogens bzw. der Zündvorgang erfolgt über eine geregelte Energiequelle. Dabei wird der Schweißdraht in Richtung des Werkstückes bis zur Kontaktnahme, also bis zur Bildung eines Kurzschlusses, bewegt, wodurch anschließend der Schweißdraht mit Energie von der Energiequelle versorgt wird. Anschließend wird der Schweißdraht vom Werkstück weg bewegt, so daß durch Abheben des Schweißdrahtes vom Werkstück, also durch die Auflösung des Kurzschlusses, der Lichtbogen gezündet wird. Die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes vom Werkstück wird solange fortgesetzt, bis eine entsprechende Lichtbogenlänge erreicht ist, worauf die Bewegung des Schweißdrahtes in Richtung des Werkstückes, also in eine Vorwärtsbewegung umgekehrt wird. Zu diesem Zeitpunkt ist das Zündverfahren des Lichtbogens abgeschlossen, so daß durch eine kontinuierliche Vorwärtsbewegung in Richtung des Werkstückes ein Schweißprozeß durchgeführt werden kann, wobei bei Auftreten eines Kurzschlusses, also beim Auflaufen des Schweißdrahtes auf die Oberfläche des Werkstückes, ein höherer Stromimpuls als der eingestellte Schweißstrom an den Schweißdraht angelegt wird, so daß ein aufschmelzen des Kurzschlusses und somit eine Metalltropfenablösung erzielt wird. Dabei wird jedoch die Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes beibehalten.

Nachteilig ist hierbei, daß es durch die Erhöhung des Schweißstromes in Form eines Stromimpulses zu einer Abschmelzung des Metalltropfens kommt bei der aufgrund der hohen Stromstärke zum Zeitpunkt des Aufbrechens des Kurzschlusses Schweißspritzer entstehen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Zünden und Aufrechterhalten eines Lichtbogens zu schaffen, bei dem die Schweißqualität des Schweißprozesses wesentlich verbessert wird.

Diese Aufgabe der Erfindung wird durch die kennzeichnenden Maßnahmen des Anspruches 1 erreicht. Vorteilhaft ist hierbei, daß der Prozeßablauf so gesteuert wird, daß bei einem auftretenden Kurzschluß zwischen dem Schweißdraht und dem Werkstück nach dem abgeschlossenen Zündverfahren regulierend auf die Vorschubbewegung, also auf die Vorwärtsbewegung,

35

des Schweißdrahtes eingewirkt wird, wobei die Vorwärtsbewegung kurzzeitig gestoppt und/oder umgekehrt wird und damit der Kurzschluß aufgehoben wird. Dadurch wird erreicht, daß damit eine Konstanthaltung des Schweißstromes möglich ist, also eine Stromerhöhung, wie sie üblicherweise zum Aufbrechen eines Kurzschlusses erforderlich ist, unterbleiben kann.

5     Damit unterbleiben auch Schweißspritzer, die bei einem Aufbrechen des Kurzschlusses durch Stromerhöhung zwangsläufig auftreten, wodurch fehlerhafte, unsaubere Schweißergebnisse wirkungsvoll vermieden werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß auch mit dicken Drähten verhältnismäßig kleine Schweißnähte völlig spritzerfrei erzielt werden können und mit dünnen Drähten sogenannte Mikroschweißungen auf sehr dünnen Blechen gemacht werden  
10    können. Dies ist nur deshalb möglich, da die Ablösung des gebildeten Metalltropfens nicht mehr mit einem sehr hohen Stromimpuls erzeugt wird, sondern die Ablösung durch die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes und der Oberflächenspannung des Schmelzbades durchgeführt wird.

15    Von Vorteil ist bei den Maßnahmen nach den Ansprüchen 2 bis 11, daß dadurch ohne großen Steuer- oder Regelaufwand ein spritzerfreies Schweißverfahren durchgeführt werden kann.

Vorteilhaft sind dabei auch Maßnahmen wie in Ansprüchen 12 bis 14 beschrieben, weil dadurch prozeßabhängig vorgegebene Parameter der Regelung zugrunde gelegt werden können  
20    und ein zur Steuerung derartiger Prozesse erforderliches rasches Reagieren ermöglicht wird. Durch die geregelte Einflußnahme auf die Vorschubbewegung des Schweißdrahtes unter Berücksichtigung der vorgegebenen Prozeßparameter wird nach diesen Maßnahmen im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren die Wärmeeinbringung wesentlich geringer gehalten, wodurch sich dieses Verfahren insbesondere auch für einen Schweißprozeß  
25    von sehr dünnen Materialien eignet und die Ausbildung der Vorrichtungen zur Schweißdrahtzufuhr durch die Anwendbarkeit von Schweißdrähten mit größerem Querschnitt vereinfacht wird.

Gemäß den vorteilhaft weiteren Maßnahmen wie in den Ansprüchen 15 und 16 beschrieben,  
30    wird die Anwendbarkeit des Verfahrens für sämtliche den Stand der Technik bildende Schweißgeräte erreicht und damit das breite Spektrum der unterschiedlichen Anwendungen abgedeckt.

Schließlich sind auch Maßnahmen wie in den Ansprüchen 17 bis 19 beschrieben von Vorteil,  
35    weil dadurch die erforderliche kurze Reaktionszeit bei der Ansteuerung des Antriebes der

Vorschubvorrichtung und insbesondere die rasche Umkehr der Bewegungsrichtung des Schweißdrahtes erreicht wird.

5 Die Aufgabe der Erfindung wird aber auch durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 20 erreicht. Der überraschende Vorteil dabei ist, daß durch eine Umsteuerung des Antriebes der Vorschubvorrichtung und damit der Bewegungsrichtung des Schweißdrahtes die periodisch auftretenden Kurzschlußphasen im Schweißprozeß, die immer dann eintreten, wenn ein abschmelzender Teil, insbesondere des Metalltropfens, des Schweißdrahtes in das Schweißbad übergeht, aufgehoben werden, ohne daß Korrekturen in der relativen Stellung des  
10 Schweißbrenners zum Werkstück erforderlich werden. Damit sind aber auch Stromerhöhungsmaßnahmen zum Aufbrechen eines Kurzschlusses, die zumeist auch Schweißspritzer bewirken und sich auf das Schweißergebnis negativ auswirken, nicht erforderlich.

Von Vorteil ist dabei auch eine Ausführung wie im Anspruch 21 beschrieben, da bei einem  
15 Antrieb mittels Servomotor eine sehr rasche Bewegungsumkehr vorgenommen werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung beschreibt aber auch Anspruch 22, weil dadurch kostengünstige, handelsübliche Vorrichtungen einsetzbar sind.

20 Gemäß der vorteilhaften Weiterbildung wie in Anspruch 23 beschrieben, ergeben sich eine Vielzahl von Alternativen für den Antrieb einer derartigen Vorschubvorrichtung für den Schweißdraht.

Nach der weiteren vorteilhaften Ausbildung wie im Anspruch 24 beschrieben, wird eine hohe  
25 Präzision der Vorschubvorrichtung erreicht und eignet sich diese Ausführung besonders für den Einsatz im Mikroschweißbereich, d.h., wo es auf sehr exakte Steuerungsabläufe ganz besonders ankommt.

Schließlich ist aber auch eine Ausführung wie in den Ansprüchen 25 und 26 beschrieben  
30 möglich, wodurch eine sehr kostengünstige Ausbildung unter Einsatz gering stör anfälliger Komponenten möglich ist.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der in den nachfolgenden Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

- 5
- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Schweißgerätes mit den einzelnen Komponenten in vereinfachter, schematischer Darstellung;
- Fig. 2 ein vereinfachtes Blockschaltbild zur Durchführung des erfindungsgemäßen Schweißverfahrens mit einem erfindungsgemäßen Schweißgerät;
- 10
- Fig. 3 ein Diagramm mit dem Vorschubverlauf des Schweißdrahtes zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 4 ein Diagramm über den Spannungsverlauf bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- 15
- Fig. 5 ein Diagramm eines Stromverlaufes bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 6 ein Diagramm einer weiteren Variante des Stromverlaufes bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- 20
- Fig. 7 ein Diagramm eines anderen möglichen Stromverlaufes bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 8 eine Ausführung einer Vorschubvorrichtung für den Schweißdraht des erfindungsgemäßen Schweißgerätes in Ansicht;
- 25
- Fig. 9 eine andere Ausführung der Vorschubvorrichtung für den Schweißdraht für das erfindungsgemäße Schweißgerät in Ansicht;
- 30
- Fig. 10 eine weitere Ausführung der Vorschubvorrichtung für den Schweißdraht für das erfindungsgemäße Schweißgerät in Ansicht;
- Fig. 11 ein schematisches Schaubild zur Ansteuerung des Antriebes der Vorschubvorrichtung für den Schweißdraht des erfindungsgemäßen Schweißgerätes.
- 35

Einführend sei festgehalten, daß in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

In Fig. 1 ist eine Schweißanlage bzw. ein Schweißgerät 1 für verschiedenste Schweißverfahren, wie z.B. MIG/MAG-Schweißen bzw. TIG-Schweißen, oder Elektroden-Schweißverfahren gezeigt.

Das Schweißgerät 1 umfaßt eine Stromquelle 2 mit einem Leistungsteil 3, eine Steuervorrichtung 4 und ein dem Leistungsteil 3 bzw. der Steuervorrichtung 4 zugeordnetes Umschaltglied 5. Das Umschaltglied 5 bzw. die Steuervorrichtung 4 ist mit einem Steuerventil 6 verbunden, welches in einer Versorgungsleitung 7 für ein Gas 8, insbesondere ein Schutzgas wie beispielsweise CO<sub>2</sub>, Helium oder Argon und dgl., zwischen einem Gasspeicher 9 und einem Schweißbrenner 10 angeordnet ist.

Zudem kann über die Steuervorrichtung 4 noch eine Vorschubvorrichtung 11, welche für das MIG/MAG-Schweißen üblich ist, angesteuert werden, wobei über eine Versorgungsleitung 12 ein Schweißdraht 13 von einer Vorratsstrommel 14 in den Bereich des Schweißbrenners 10 zugeführt wird. Selbstverständlich ist es möglich, daß die Vorschubvorrichtung 11, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist, im Schweißgerät 1 integriert ist und nicht, wie in Fig. 1 dargestellt, als Zusatzgerät ausgebildet ist.

Der Strom zum Aufbauen eines Lichtbogens 15 zwischen dem Schweißdraht 13 und einem Werkstück 16 wird über eine Versorgungsleitung 17 vom Leistungsteil 3 der Stromquelle 2 dem Schweißbrenner 10 bzw. dem Schweißdraht 13 zugeführt, wobei das zu verschweißende Werkstück 16 über eine weitere Versorgungsleitung 18 ebenfalls mit dem Schweißgerät 1, insbesondere mit der Stromquelle 2, verbunden ist und somit über dem Lichtbogen 15 ein Stromkreis aufgebaut werden kann.

Zum Kühlen des Schweißbrenners 10 kann über einen Kühlkreislauf 19 der Schweißbrenner 10 unter Zwischenschaltung eines Strömungswächters 20 mit einem Kühlmittelbehälter 21 verbunden werden, wodurch bei der Inbetriebnahme des Schweißbrenners 10 der Kühlkreislauf 19, insbesondere eine für die im Kühlmittelbehälter 21 angeordnete Flüssigkeit verwendete Flüssigkeitspumpe, gestartet werden kann und somit eine Kühlung des Schweißbrenners 10 bzw. des Schweißdrahtes 13 bewirkt wird.

Das Schweißgerät 1 weist weiters eine Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 22 auf, über die die unterschiedlichsten Schweißparameter bzw. Betriebsarten des Schweißgerätes 1 eingestellt werden können. Dabei werden die über die Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 22 eingestellten Schweißparameter an die Steuervorrichtung 4 weitergeleitet und von dieser werden anschließend die einzelnen Komponenten der Schweißanlage bzw. des Schweißgerätes 1 angesteuert.

Weiters ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Schweißbrenner 10 über ein Schlauchpaket 23 mit dem Schweißgerät 1 bzw. der Schweißanlage verbunden. In dem Schlauchpaket 23 sind die einzelnen Leitungen vom Schweißgerät 1 zum Schweißbrenner 10 angeordnet. Das Schlauchpaket 23 wird über eine zum Stand der Technik zählende Verbindungsvorrichtung 24 mit dem Schweißbrenner 10 verbunden, wogegen die einzelnen Leitungen im Schlauchpaket 23 mit den einzelnen Kontakten des Schweißgerätes 1 über Anschlußbuchsen bzw. Steckverbindungen verbunden sind. Damit eine entsprechende Zugentlastung des Schlauchpaketes 23 gewährleistet ist, ist das Schlauchpaket 23 über eine Zugentlastungsvorrichtung 25 mit einem Gehäuse 26 des Schweißgerätes 1 verbunden.

In den Fig. 2 bis 7, insbesondere in Fig. 2, ist in vereinfachter, schematischer Darstellung das Schweißgerät 1 mit der Stromquelle 2 dargestellt. Nach dieser Darstellung sind im Schweißgerät 1 die einzelnen Komponenten des Leistungsteils 3 sowie die Steuervorrichtung 4 integriert angeordnet. Die Stromquelle 2 ist über die Versorgungsleitungen 17, 18 mit dem Schweißbrenner 10 bzw. dem Werkstück 16 verbunden. Damit eine Steuerung der Vorschubvorrichtung 11 erfolgen kann, ist die Steuervorrichtung 4 über Steuerleitungen 27, 28 mit der Vorschubvorrichtung 11 verbunden. Die Vorschubvorrichtung 11 weist die Vorrattstrommel 14 mit dem Schweißdraht 13 und eine Antriebsvorrichtung 29, z.B. gebildet durch Förderrollen 30, 31, und einen Antrieb 32 auf.

Zur Ausbildung des Lichtbogens 15 zwischen dem Schweißdraht 13 und dem Werkstück 16



wird nachstehend beschriebener Verfahrensablauf durch die Steuervorrichtung 4 gesteuert und überwacht. Der Leistungsteil 3 ist nach der gezeigten Ausführung mit einer externen bevorzugt geregelten Energiequelle 33 leitungsverbunden.

- 5      Dabei ist es möglich, daß ein Schweißverfahren realisiert wird, bei dem von der Steuervorrichtung in Abhängigkeit von der sich einstellenden Lichtbogenspannung ein Ausgangssignal zur Veränderung der Vorschubrichtung des Schweißdrahtes generiert wird, wobei nach dem Absinken der Lichtbogenspannung auf bzw. unter einen prozeßabhängigen vorgegebenen Minimalwert die Vorschubbewegung gestoppt und/oder eine Richtungsumkehr der Vor-
- 10     schubbewegung erfolgt, so daß nach einem Anstieg und Erreichen bzw. Überschreiten des Sollwertes der Lichtbogenspannung eine neuerliche Richtungsumkehr der Vorschubbewegung erfolgt.

- In den Fig. 3 bis 5 ist nunmehr anhand von Schaubildern die Wechselbeziehung zwischen
- 15     Drahtvorschub, Spannung und einem möglichen geregelten Stromverlauf dargestellt. Dabei ist in Fig. 3 die Vorschubgeschwindigkeit "Vd" des Schweißdrahtes 13 in Abhängigkeit der Zeit "t", welche auf der Abszisse des Diagramms aufgetragen ist, dargestellt. Der Kurvenverlauf der Vorschubgeschwindigkeit "Vd" im Bereich oberhalb der Abszisse stellt eine Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 in Richtung des Werkstückes 16 dar und der Kurvenverlauf
- 20     unterhalb der Abszisse eine Rückwärtsbewegung, was zu einer Entfernung des Schweißdrahtendes vom Werkstück 16 führt. In der Fig. 4 ist der Spannungsverlauf und in Fig. 5 der Stromverlauf am Schweißdraht 13 dargestellt mit dem Kurvenverlauf der Spannung U und dem Kurvenverlauf des Stromes I.

- 25     Bei dem dargestellten Schweißverfahren wird ein aus dem Stand der Technik bekanntes Zündverfahren zum erstmaligen Zünden des Lichtbogens 15, wie beispielsweise aus der EP 0 904 883 A eingesetzt, so daß auf dieses Zündverfahren nicht mehr näher eingegangen wird. Selbstverständlich ist es möglich, daß weitere beliebige aus dem Stand der Technik bekannte Zündverfahren, insbesondere für ein Kurzschlußschweißen, eingesetzt werden können. Dabei
- 30     ist es nicht notwendig, daß für die erstmalige Zündung des Lichtbogens 15 eine Vor- und Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 durchgeführt werden muß, sondern daß durch einfaches zuführen, also durch eine Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13, die Zündung erfolgen kann, d.h., daß beispielsweise eine Hochfrequenzzünden ebenfalls eingesetzt werden kann.

Zu einem Zeitpunkt 34 wird der Schweißprozeß, insbesondere das Zündverfahren, gestartet. Dabei wird von der Steuervorrichtung 4 eine Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 eingeleitet. Gleichzeitig wird die Stromquelle 2 aktiviert, so daß eine entsprechende Energieversorgung des Schweißdrahtes 13 aufgebaut wird. Zu einem Zeitpunkt 35 tritt zwischen dem  
5 Werkstück 16 und dem Schweißdraht 13 ein Kurzschluß auf, d.h., daß der Schweißdraht 13 auf der Oberfläche des Werkstückes 16 aufgelaufen ist, so daß die angelegte Spannung am Schweißdraht 13 zusammenbricht und der Strom zu fließen beginnt. Dieser Kurzschluß zwischen dem Schweißdraht 13 und dem Werkstück 16 wird von der Steuervorrichtung 4 erkannt, worauf diese eine Umkehrbewegung des Schweißdrahtes 13, also eine Rückwärtsbe-  
10 wegung, einleitet.

Zu einem Zeitpunkt 36 hebt der Schweißdraht 13 von der Oberfläche des Werkstückes 16 ab und der Lichtbogen 15 wird automatisch gezündet. Dies wird von der Steuervorrichtung 4 erkannt. Die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 kann beispielsweise solange fortge-  
15 setzt werden, bis sich eine entsprechende, voreinstellbare Lichtbogenlänge ausbildet. Nach Erreichen der voreingestellten Lichtbogenlänge wird die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 wiederum in eine Vorwärtsbewegung umgekehrt, wie dies zu einem Zeitpunkt 37 ersichtlich ist. Gleichzeitig wird eine Stromerhöhung durchgeführt, so daß ein stabiler Lichtbogen 15 aufgebaut werden kann. Zu einem Zeitpunkt 38 tritt eine Stabilisierung des Licht-  
20 bogens 15 ein, wodurch das Zündverfahren des Lichtbogens 15 abgeschlossen ist und es kann mit dem ausgewählten Schweißprozeß begonnen werden. Selbstverständlich ist es möglich, daß die Rückwärtsbewegung beim Aufheben des Kurzschlusses beendet wird und somit eine Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 aufgebaut wird. Dabei würden sich die beiden  
25 zuvor beschriebenen Zeitpunkte 36 und 37 decken.

Nach Ausbildung des Lichtbogens 15 stellt sich zwischen dem Schweißdraht 13 und dem Werkstück 16 eine Lichtbogenspannung 39 ein, deren Spannungsverlauf von der Steuervorrichtung 4 überwacht wird. Gleichzeitig erfolgt die Anspeisung mit dem für den Schweißprozeß erforderlichen Schweißstrom 40 über die Stromquelle 2 in einer prozeßabhängigen vor-  
30 eingestellten Größenordnung. Dabei wird bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel in Fig. 5 ein Stromverlauf mit einem konstant gehaltenen Schweißstrom 40 gezeigt, d.h., daß beispielsweise ein an den Schweißdraht 13 angelegter Schweißstrom 40 über den gesamten, durchgeführten Schweißprozeß konstant gehalten wird.

35 Ab dem Zeitpunkt 38 wird der Schweißdraht 13 beispielsweise mit einer konstant gehaltenen,

maximalen, voreingestellten Vorschubgeschwindigkeit gemäß Kurvenverlauf 41 in Richtung des Werkstückes 16 bewegt. Während dieser Phase erfolgt das Anschmelzen des Schweißdrahtes 13 und damit die Ausbildung eines Metalltropfens am Schweißdrahtende, der in das Schmelzbad durch die im Schmelzbad vorhandene Oberflächenspannung überführt wird, wobei beim Übergang, wie zu einem Zeitpunkt 42 dargestellt, kurzzeitig ein Kurzschluß gebildet wird, d.h., daß der Schweißdraht 13 mit dem angeschmolzenen Metalltropfen die Oberfläche des Werkstückes 16 berührt. Dies kann die Steuervorrichtung 4 deshalb erkennen, da entsprechend dem Kurvenverlauf 43 in Fig. 4 die aufgebaute Lichtbogenspannung 39 am Schweißdraht 13 zusammenbricht.

10

Durch die Überwachung der Lichtbogenspannung 39 wird bei Eintritt des Zustandes Kurzschluß in der Steuervorrichtung 4 ein Regelprozeß zur Umsteuerung der Antriebsvorrichtung 29 der Vorschubvorrichtung 11 für den Schweißdraht 13 generiert, durch die der Antrieb 32 eine Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 gemäß Kurvenverlauf 44, wie in Fig. 3 ab dem Zeitpunkt 42 gezeigt, vornimmt. Diese Rückwärtsbewegung wird solange fortgeführt, bis der Zustand Kurzschluß aufgehoben ist, d.h., daß sich der Schweißdraht 13 von der Oberfläche des Schmelzbades löst und somit der Lichtbogen 15 wieder gezündet wird, wobei sich dadurch die Lichtbogenspannung 39 ab einem Zeitpunkt 45 des Aufhebens des Zustandes Kurzschluß wieder einstellt.

20

Während dieser Rückwärtsbewegung, also ab dem Zeitpunkt 42, wird jedoch der voreingestellte Stromverlauf, insbesondere der Schweißstrom 40, beibehalten, d.h., daß bei der Bildung des Kurzschlusses keine Stromerhöhung für das Aufschmelzen des Kurzschlusses, wie dies bei Schweißprozessen aus dem Stand der Technik bekannt ist, durchgeführt wird. Dadurch wird erreicht, daß eine spritzerfreie Ablösung des Metalltropfens vom Schweißdraht 13 sichergestellt werden kann.

25

Die Ablösung des Metalltropfens erfolgt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren derartig, daß durch den Kurzschluß, also durch das Berühren des angeschmolzenen Metalltropfens mit dem Schmelzbad dieser aufgrund der Oberflächenspannung des Schmelzbades in das Schmelzbad gezogen wird, wobei die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes das Ablösen des Metalltropfen vom Schweißdrahtende unterstützt und somit eine raschere Ablösung des Metalltropfens bewirkt wird. Hat sich der Metalltropfen von dem Schweißdrahtende gelöst, so wird der Kurzschluß aufgehoben und ein neuerlicher Lichtbogen 15 wird selbständig gezündet, wie dies zu dem Zeitpunkt 45 ersichtlich ist. Daraufhin erfolgt wiederum eine Umkehrbewegung

30

35

des Schweißdrahtes 13, d.h., daß die Schweißdrahtbewegung von der Rückwärtsbewegung in eine neuerliche Vorwärtsbewegung umgekehrt wird, bis wiederum ein Kurzschluß auftritt, so daß sich die zuvor beschriebenen Schritte wiederholen.

- 5 Durch diese Art der Tropfenablösung, insbesondere des Metalltropfens, wird erreicht, daß ein Schweißverfahren für einen Zünd- und einen Schweißprozeß geschaffen wird, welches völlig spritzerfrei abläuft und somit Nachbehandlungen der Oberfläche des Werkstückes 16 entfallen können. Durch die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 wird erreicht, daß damit der Zustand Kurzschluß aufgehoben wird, ohne dabei eine entsprechende Stromerhöhung zum
- 10 Ablösen des Metalltropfens vornehmen zu müssen. Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel handelt es sich hierbei hauptsächlich um ein sogenanntes Kurzlichtbogenschweißen, bei dem der Materialtransport in der Kurzschlußphase des Lichtbogens 15 erfolgt. Es ist jedoch ebenso möglich, dieses Schweißverfahren auch für andere Schweißprozesse zu nützen.
- 15 Ein wesentlicher Vorteil wird mit diesem Schweißverfahren erreicht, daß nunmehr auch mit dickeren Schweißdrähten 13 verhältnismäßig kleine Schweißnähte völlig spritzerfrei hergestellt werden können und mit dünnen Schweißdrähten 13 beispielsweise sogenannte Mikroschweißungen auf sehr dünnen Blechen hergestellt werden können.
- 20 Die Art und Weise wie der Schweißstrom 40 und die Vorschubbewegung des Schweißdrahtes 13 über den Prozeßzustand gesteuert wird, ist beliebig variierbar. Dabei ist es auch möglich, daß nicht gleichzeitig mit dem Lösen des Kurzschlusses die Schweißdrahtbewegung umgekehrt wird, sondern daß der Schweißdraht 13 solange zurückbewegt wird, bis sich eine entsprechende Lichtbogenlänge einstellt und anschließend erst die Vorwärtsbewegung für das
- 25 weitere Aufschmelzen des Metalltropfens eingeleitet wird. Es kann auch beispielsweise der Schweißstrom 40, wie schematisch in den Schaubildern der Fig. 6 und 7 gezeigt, mit einer beliebigen Frequenz gepulst werden und der Schweißdraht 13 jeweils am Pulsende eine Bewegung in Richtung des Werkstückes 16 durchführt, bis der Metalltropfen das Schmelzbad berührt. Der dabei entstehende Prozeßzustand Kurzschluß wird anschließend durch eine
- 30 Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 14 aufgelöst, wonach mit dem Stoppen der Antriebsvorrichtung 32 bzw. der Bewegungsumkehr in die Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 ein neuerlicher Stromimpuls angelegt wird.

- Eine weitere Möglichkeit ist, den Schweißstrom während der Vorwärtsbewegung des
- 35 Schweißdrahtes 13 auf einen geringeren Wert abzusenken, um beispielsweise die Rückstoß-

kräfte, die bei größeren Schweißströmen und bei Verwendung von CO<sub>2</sub> als Schutzgas den Metalltropfen aus dem Lichtbogen 15 herausschleudern könnten und somit in Folge der dabei auftretenden Schweißspritzern das Schweißergebnis negativ beeinflussen, zu eliminieren.

5 In Fig. 6 ist ein Ausführungsbeispiel mit einem gepulsten Stromverlauf gezeigt. Dabei wird nach Abschluß des Zündverfahren der Schweißstrom 40 über eine gewisse Zeitdauer 46 auf eine voreingestellte Stromhöhe konstant gehalten, so daß sich ein entsprechender Metalltropfen am Schweißdrahtende ausbilden kann.

10 Da beispielsweise bei einer Roboterschweißanlage der Abstand des Schweißbrenners 10 zu der Oberfläche des Werkstückes 16 konstant ist, sind die einzelnen Kurzschlußzeitpunkte bekannt, so daß beispielsweise ein Absenken des Schweißstromes 40 vor der Bildung eines Kurzschlusses durchgeführt wird. Damit die einzelnen Kurzschlußzeitpunkte festgelegt werden können, ist es möglich, daß zuerst eine entsprechende Probeschweißung durchgeführt  
15 wird, so daß von der Steuervorrichtung 4 diese Zeitpunkte erfaßt und gespeichert werden können. Selbstverständlich ist es möglich, daß bei bekanntem Abstand des Schweißbrenners 10 zur Oberfläche des Werkstückes 16 die Steuervorrichtung 4 diese Zeitpunkte aufgrund der voreingestellten Drahtvorschubgeschwindigkeit berechnen kann, so daß von der Steuervorrichtung 4 wiederum die Länge der Zeitdauer 46 zum Absenken des Schweißstromes 40 vor  
20 dem Kurzschluß festlegen kann.

Bei dem dargestellten Schweißverfahren in Fig. 6 wird also der Schweißstrom 40 vor der Bildung eines Kurzschlusses auf einem niedrigeren Wert abgesenkt, wodurch erreicht wird, daß für die Bildung des Metalltropfens ein wesentlich höherer Schweißstrom 40 verwendet werden kann und trotzdem keine Schweißspritzer auftreten können, da bei dem Entstehen des Kurzschlusses zwischen dem Schweißdraht 13 und dem Werkstück 16 der Schweißstrom abgesenkt wird. Bei diesem gezeigten Schweißverfahren wird nunmehr der Schweißstrom 40 während der Vorwärtsbewegung über eine gewisse Zeitdauer 46 auf eine entsprechende Schweißstromhöhe konstant gehalten, wobei nach Ablauf dieser Zeitdauer 46 eine Absenkung  
25 auf einen entsprechenden niedrigeren Wert erfolgt. Der Schweißstrom 40 wird anschließend bis zur Wiederzündung des Lichtbogens 15 auf diesen niedrigeren Wert konstant gehalten, d.h., daß beim Eintritt des Kurzschlusses und der darauf folgenden Rückwärtsbewegung ein konstanter Schweißstrom 40 aufrechterhalten bleibt.

35 Selbstverständlich ist es möglich, daß der höhere Schweißstrom 40 solange beibehalten wird,

bis daß ein Kurzschluß auftritt und anschließend eine Absenkung auf den vorgegebenen niedrigeren Schweißstromwert durchgeführt werden kann.

5 Der Vorteil eines derartigen Verfahrens mit einem gepulsten Schweißstrom 40 liegt darin, daß die Erwärmung des Schweißdrahtes 13 gering gehalten werden kann, da nur über eine gewisse Zeitdauer 46 eine erhebliche Strombelastung auf den Schweißdraht 13 einwirkt.

10 In Fig. 7 ist wiederum ein Schweißverfahren gezeigt, bei dem der Schweißstrom 40 pulsformig an den Schweißdraht 13 angelegt wird, wie dies in Fig. 6 beschrieben ist. Bei diesem Verfahren wird jedoch in der Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13, also nach der Bildung des Kurzschlusses, ein weiterer Stromimpuls 47 gebildet. Dieser Stromimpuls 47 hat die Aufgabe unterstützend den Metalltropfen abzulösen, d.h., daß aufgrund dieses Stromimpulses 47 eine Einschnürung während der Rückwärtsbewegung gebildet wird, so daß ein leichteres und schnelleres Ablösen des Metalltropfens vom Schweißdraht 13 erzielt wird. Dabei ist es  
15 möglich, daß die Höhe dieses Stromimpulses 47 frei einstellbar ist. Die Höhe dieses Stromimpulses 47 wird derartig gewählt, daß bei einem entsprechenden Schweißdrahtdurchmesser keine Metalltropfenablösung zustande kommt.

20 Die Ausbildung bzw. das Anlegen eines Stromimpulses 47 in der Rückwärtsbewegung bewirkt, daß zusätzliche Energie in den Metalltropfen eingebracht wird, so daß keine Abkühlung bzw. eine zusätzliche Erweichung des Metalltropfens durchgeführt wird, was zu einer noch leichteren Ablösung des Metalltropfens führt. Weiters wird erreicht, daß durch den Stromimpuls 47 die Rückwärtsbewegung minimiert wird, d.h., daß der Schweißdraht 13 nicht mehr so stark rückwärts bewegt werden muß.

25 Grundsätzlich ist zu den einzelnen dargestellten Verfahren der Fig. 3 bis 7 zu sagen, daß, nicht wie aus dem Stand der Technik bekannt, nach dem Zünden des Schweißstromes 40 eine konstante Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 durchgeführt wird, sondern daß nach einer Bildung eines Kurzschlusses die Vorwärtsbewegung unterbrochen wird und in eine  
30 Rückwärtsbewegung umgekehrt wird. Dabei ist es auch möglich, daß die Vorwärtsbewegung nur unterbrochen wird, d.h., daß der Drahtvorschub über eine gewisse Zeitdauer angehalten wird, also keine Rückwärtsbewegung durchgeführt wird und somit aufgrund des angelegten Schweißstromes 40 und der Oberflächenspannung des Schmelzbades eine Metalltropfenablösung hervorgerufen wird.

35

Die Regelung der zuvor beschriebenen Verfahren kann auch derartig gelöst werden, indem beispielsweise die Drahtvorschubgeschwindigkeit willkürlich gewählt wird und eine entsprechende Stromregelung oder umgekehrt durchgeführt wird, d.h., daß die Geschwindigkeit der Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung in Abhängigkeit des Stromes oder umgekehrt geregelt werden kann. Dies ist deshalb möglich, da die Steuervorrichtung 4 die Zustände der Kurzschlüsse erkennen kann und somit eine entsprechende Regelung von einen der beiden Parametern, insbesondere der Geschwindigkeit oder des Stromes, vornehmen kann. Dadurch ist es möglich, daß die Kurzschlußfrequenz geregelt bzw. festgelegt werden kann. Durch diese Regelmöglichkeit ist es auch nicht notwendig, daß die Drahtvorschubgeschwindigkeit festgelegt bzw. eingestellt oder geregelt werden muß.

Dadurch ist es möglich, daß die Frequenz der Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 synchron oder asynchron und zeitlich verzögert zu den durch die Stromquelle 2 gegebenen Schweißstrom 40 erfolgt oder daß der Schweißstrom 40 synchron oder asynchron und zeitlich verzögert zur Frequenz der Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 an den Schweißdraht 13 angelegt wird.

In der Fig. 8 ist die Vorschubvorrichtung 11 bestehend aus der Vorratstrommel 14 mit dem Schweißdraht 13 und den Förderrollen 30, 31 mit dem Antrieb 32 gezeigt. Um eine exakte Führung des Schweißdrahtes 13 zu erreichen, sind die Förderrollen 30, 31 mit umlaufenden Führungsnuten 48, 49 versehen. Als Antrieb 32 eignet sich für die für den vorbeschriebenen Schweißprozeß erforderliche schnelle Drehrichtungsänderung zur Herbeiführung der Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 insbesondere ein bürstenloser, strombetriebener Servomotor 50.

In der Fig. 9 ist eine weitere Ausbildung der Vorschubvorrichtung 11 für den Schweißdraht 13 gezeigt. Diese ist in Art einer aus dem Stand der Technik bekannten Linear-Schlittenvorrichtung 51 gebildet, welche mit Greifzangen 52 zur Erfassung des Schweißdrahtes 13 bestückt ist und die auf einer Schlittenanordnung 53 gegenläufig bewegbar sind und wechselseitig den Schweißdraht 13 während der Vorschubbewegung spannen und bewegen und womit auch ein rasches Umsteuern der Bewegungsrichtung möglich ist.

Der Antrieb 32 für derart ausgebildete Vorschubvorrichtungen 11 kann sowohl über Linear-motore elektrisch wie auch über mit einem Druckmedium beaufschlagte Antriebselemente, z.B. Zylinder 54, betrieben werden.

- Selbstverständlich ist erfindungsgemäß auch eine Kombination möglich, bei der ein Rollentrieb 55 auf einer in seiner Bewegungsrichtung schnell umsteuerbaren Schlittenvorrichtung 56 angeordnet ist, wobei die Schlittenvorrichtung 56 für einen feinfühligsten Bewegungsablauf beispielsweise über einen mit einem Servomotor 57 betriebenen Spindeltrieb 58 bewegt wird, wie dies in Fig. 10 schematisch dargestellt ist. Bei dieser Ausführung ist eine Drehrichtungs-umkehr des Antriebes 32 nicht erforderlich, da die Umkehr der Bewegungsrichtung des Schweißdrahtes 13 durch den Spindeltrieb 58 erfolgt. Es ist auch möglich, daß der Antrieb 32 der Linear-Schlittenvorrichtung 51 durch einen Exzenterantrieb gebildet ist.
- 10 In der Fig. 11 ist anhand eines schematischen Schaubildes eine weitere Ausführung des erfindungsgemäßen Schweißgerätes 1 gezeigt. Das von der Energiequelle 33 angespeiste Schweißgerät 1 weist den Leistungsteil 3 mit der Stromquelle 2, die Steuervorrichtung 4, die Vorschubvorrichtung 11 für den Schweißdraht 13 sowie die Versorgungsleitungen 17, 18 sowie den Schweißbrenner 10 zur Durchführung des Schweißprozesses auf dem Werkstück 16 auf.
- 15 In einem durch Leitungen 59 für den Antrieb 32 gebildeten Versorgungskreis 60 ist ein Schaltmittel 61, z.B. zum Umsteuern des Antriebes 32 z.B. dem Servomotor 50, vorgesehen. Weiters weist die Steuervorrichtung 4 einen durch einen Soll-Ist-Vergleicher 62 ausgebildeten Regelkreis 63 auf, der von einer Auswerteschaltung 64, welche die Lichtbogenspannung detektiert, beaufschlagt wird. Die Auswerteschaltung 64 und der Soll-Ist-Vergleicher 62 bilden mit dem Regelkreis 63 eine Diagnoseschaltung 65 zur Beaufschlagung des Schaltmittels 61.
- 20 In der Auswerteschaltung 64 wird die Spannungsänderung am Lichtbogen 15 permanent ermittelt, wobei bevorzugt mittels eines Zeitgliedes 66 die Spannungsänderung in einer vorgegebenen Zeiteinheit ermittelt und in der Diagnoseschaltung 65 einer Regelfunktion zugrunde gelegt wird. Damit ist es nunmehr möglich, die Ansteuerung des Antriebes 32 der Vorschubvorrichtung 11 in Abhängigkeit der Spannungsänderung des Lichtbogens 15 und in Abhängigkeit hinterlegter Parameter des Soll-Ist-Vergleichers 62 durchzuführen und den Schweißdraht 13 in Richtung des Werkstückes 16 mit einer geregelten Vorschubgeschwindigkeit zu fördern. Bei Detektierung eines Spannungsabfalles sind Gegenmaßnahmen durch Umsteuern des Antriebes 32 und damit die Bewegungsumkehr des Schweißdrahtes 13 in Bruchteilen von
- 30 Sekunden möglich, wodurch ein Kurzschluß-Zustand mit seinen negativen Auswirkungen wie "Verkleben" des Schweißdrahtes 13 am Werkstück 16 bzw. "Schweißspritzer" wirkungsvoll vermieden werden.
- Die Ausführung der Vorrichtung die die Drahtelektrode vorwärts und/oder rückwärts bewegt,
- 35 kann auf allen nur erdenklichen Möglichkeiten erfolgen und schränken den Umfang der Er-



findung nicht ein.

5 So kann zum Beispiel der Drahtantrieb mittels zweier Rollen, welche eine Nut aufweisen, in der der Draht geführt wird, erfolgen. Diese Rollen werden beispielsweise von einem bürstenlosen Servomotor angetrieben, der für sehr schnelle Drehrichtungsänderungen spezifiziert ist.

Weiters wäre ein Antrieb mittels eines Greifmechanismus denkbar oder aber ein Rollenantrieb, welcher auf einem Schlitten montiert ist, wobei über den Schlitten die Richtungsänderungen der Drahtelektrode, insbesondere des Schweißdrahtes, erfolgen.

10 Die Drahtantriebseinheit sollte sich bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen sehr nahe an dem Schweißbrenner, insbesondere an der Schweißbrennerspitze, befinden, da bei größeren Entfernungen die Bewegung an der Schweißbrennerspitze aufgrund des Spiels in der Drahtvorschubseele verzögert zur Bewegung des Drahtantriebs erfolgt und somit nicht mehr  
15 entsprechend schnell auf den Prozeßzustand reagiert werden kann.

Es kann jedoch auch die Drahtvorschubbewegung, also die Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung, durch die Relativbewegung des Schweißbrenners 10 zum Werkstück 16, der beispielsweise auf einem Linearschlitten befestigt ist, erfolgen, wobei dann die Drahtvorschubsteuerung den Schweißdraht mit konstanter Geschwindigkeit nach vor, also in Richtung des  
20 Werkstückes 16 bzw. des Schmelzbades, fördern kann und sich der Drahtantrieb nicht unmittelbar an der Schweißstelle befinden muß. Der Drahtantrieb braucht auch in diesem Fall keine Rückwärtsbewegung ausführen können.

25 Es muß noch festgehalten werden, daß der zuvor beschriebene, erfindungsgemäße Verfahrensablauf wie auch die erfindungsgemäße Vorrichtung sowohl bei einem manuellen Schweißprozeß wie auch maschinell durchgeführten Schweißprozessen, z.B. insbesondere an Schweißrobotern, anwendbar sind. Abschließend sei darauf hingewiesen, daß in den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen einzelne Teile unproportional vergrößert dargestellt  
30 wurden, um das Verständnis der erfindungsgemäßen Lösung zu verbessern. Des weiteren können auch einzelne Teile der zuvor beschriebenen Merkmalskombinationen der einzelnen Ausführungsbeispiele in Verbindung mit anderen Einzelmerkmalen aus anderen Ausführungsbeispielen, eigenständige, erfindungsgemäße Lösungen bilden.

35 Vor allem können die einzelnen in den Fig. 1; 2; 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9; 10, 11 gezeigten Ausführ-

rungen den Gegenstand von eigenständigen erfindungsgemäßen Lösungen bilden. Die diesbezüglichen erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

5

10

15

20

25

30

35



## Bezugszeichenaufstellung

5	1	Schweißgerät	41	Kurvenverlauf
	2	Stromquelle	42	Zeitpunkt
	3	Leistungsteil	43	Kurvenverlauf
	4	Steuervorrichtung	44	Kurvenverlauf
	5	Umschaltglied	45	Zeitpunkt
10	6	Steuerventil	46	Zeitdauer
	7	Versorgungsleitung	47	Stromimpuls
	8	Gas	48	Führungsnut
	9	Gasspeicher	49	Führungsnut
	10	Schweißbrenner	50	Servomotor
15	11	Vorschubvorrichtung	51	Linear-Schlittenvorrichtung
	12	Versorgungsleitung	52	Greifzange
	13	Schweißdraht	53	Schlittenanordnung
	14	Vorratstrommel	54	Zylinder
	15	Lichtbogen	55	Rollentrieb
20	16	Werkstück	56	Schlittenvorrichtung
	17	Versorgungsleitung	57	Servomotor
	18	Versorgungsleitung	58	Spindeltrieb
	19	Kühlkreislauf	59	Leitung
	20	Strömungswächter	60	Versorgungskreis
25	21	Kühlmittelbehälter	61	Schaltmittel
	22	Ein- und/oder Ausgabevorrichtung	62	Soll-Ist-Vergleicher
	23	Schlauchpaket	63	Regelkreis
	24	Verbindungsvorrichtung	64	Auswerteschaltung
	25	Zugentlastungsvorrichtung	65	Diagnoseschaltung
30	26	Gehäuse	66	Zeitglied
	27	Steuerleitung		
	28	Steuerleitung		
	29	Antriebsvorrichtung		
	30	Förderrolle		
35	31	Förderrolle		
	32	Antrieb		
	33	Energiequelle		
	34	Zeitpunkt		
	35	Zeitpunkt		
40	36	Zeitpunkt		
	37	Zeitpunkt		
	38	Zeitpunkt		
	39	Lichtbogenspannung		
	40	Schweißstrom		
45				
50				

### Patentansprüche

1. Schweißverfahren, insbesondere Lichtbogenschweißverfahren, zur Durchführung eines Schweißprozesses mit einem in einem Lichtbogen abschmelzenden Schweißdraht, der mit Energie aus zumindest einer geregelten Stromquelle versorgt wird, wobei über eine Steuervorrichtung eine entsprechende Steuerung oder Regelung der Stromquelle durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem erstmaligen Zünden des Lichtbogens, insbesondere nach Beendigung eines Zündverfahrens, bei einem Auftreten eines Kurzschlusses zwischen dem Schweißdraht und einem Werkstück die Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes gestoppt oder umgekehrt wird.
2. Schweißverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Steuervorrichtung in Abhängigkeit von der sich einstellenden Lichtbogenspannung ein Ausgangssignal zur Veränderung der Vorschubrichtung des Schweißdrahtes generiert wird.
3. Schweißverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß nach Absinken der Lichtbogenspannung auf bzw. unter einen prozeßabhängigen vorgegebenen Minimalwert die Vorschubbewegung gestoppt und/oder eine Richtungsumkehr der Vorschubbewegung erfolgt.
4. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach einem Anstieg und Erreichen bzw. Überschreiten des Sollwertes der Lichtbogenspannung eine neuerliche Richtungsumkehr der Vorschubbewegung erfolgt.
5. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein an den Schweißdraht angelegter Schweißstrom über den gesamten, durchgeführten Schweißprozeß konstant gehalten wird.
6. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißstrom während der Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes über eine gewisse Zeitdauer auf eine entsprechende Schweißstromhöhe gehalten wird, wobei nach Ablauf dieser Zeitdauer und/oder vor der Bildung eines Kurzschlusses zwischen dem Schweißdraht und einem Schmelzbad eine Absenkung auf einen entsprechenden niedrigeren Wert erfolgt.

7. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißstrom bis zur Wiedierzündung des Lichtbogens auf einen niedrigeren Wert gehalten wird.
- 5 8. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes, also nach der Bildung des Kurzschlusses, ein weiterer Stromimpuls an den Schweißdraht angelegt wird.
- 10 9. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, 6 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Stromimpuls eine Einschnürung des Metalltropfens während der Rückwärtsbewegung gebildet wird, wobei ein leichteres und schnelleres Ablösen des Metalltropfens vom Schweißdraht erzielt wird.
- 15 10. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz der Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes synchron oder asynchron und zeitlich verzögert zum auf den Schweißdraht durch die Stromquelle gegebenen Schweißstrom erfolgt.
- 20 11. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißstrom synchron oder asynchron und zeitlich verzögert zur Frequenz der Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes an den Schweißdraht angelegt wird.
- 25 12. Schweißverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtbogenspannung in einem Soll-Ist-Vergleicher der Steuervorrichtung überwacht wird.
- 30 13. Schweißverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Soll-Ist-Vergleicher und ein Schaltmittel für eine Antriebsvorrichtung der Vorschubvorrichtung mit einer Diagnoseschaltung einen Regelkreis ausbildet.
14. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Diagnoseschaltung mit einem Datenspeicher der Steuervorrichtung leitungsverbunden ist.

15.           Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromquelle durch eine Konstant- Stromquelle gebildet ist.
16.           Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,  
5           dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißdraht mit gepulstem Strom eines Leistungsteils der Stromquelle beaufschlagt wird.
17.           Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Regelkreis eine Auswerteschaltung zur Ermittlung der Änderung der Lichtbogenspannung in einer Zeiteinheit angeordnet ist.  
10
18.           Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zeitmeßglied der Auswerteschaltung zur Detektierung der Änderung der Lichtbogenspannung für ein Meßverfahren im Bereich von Nano-Sekunden  
15           ausgebildet ist.
19.           Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißdraht von der Vorschubvorrichtung kontinuierlich in Richtung des Werkstückes bzw. des Schmelzbades befördert wird und die Drahtvorschub-  
20           bewegung, insbesondere die Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung, durch Bewegung des Schweißbrenners relativ zum Werkstück erfolgt.
20.           Schweißgerät, insbesondere Lichtbogenschweißgerät, mit einem von einer Stromquelle angespeisten Leistungsteil und einer Steuervorrichtung und mit Versorgungslei-  
25           tungen für einen Schweißbrenner und einer Vorschubvorrichtung zur Zufuhr für einen Schweißdraht zum Schweißbrenner, dadurch gekennzeichnet, daß in der Steuervorrichtung (4) ein mit einer Auswerteschaltung (64) für die Lichtbogenspannung leitungsverbundenes Schaltmittel (61) vorgesehen ist, das in einem Versorgungskreis für die Vorschubvorrichtung (11) angeordnet ist und eine Antriebsvorrichtung (29) bzw. der Antrieb (32) der Vorschubvor-  
30           richtung (11) bewegungsumkehrbar ausgebildet ist.
21.           Schweißgerät nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorschubvorrichtung (11) durch einen mit einem Servomotor (50) betriebenen Rollentrieb (55) gebildet ist.

22. Schweißgerät nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorschubvorrichtung durch eine mit Greifzangen (52) bestückte Linear-Schlittenvorrichtung (51) gebildet ist.

5 23. Schweißgerät nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rollentrieb (55) auf der Linear-Schlittenvorrichtung (51) angeordnet ist.

10 24. Schweißgerät nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schlittenvorrichtung (56) mit dem Rollentrieb (55) versehen ist und mit einem elektromotorisch betriebenen Spindeltrieb angetrieben wird.

15 25. Schweißgerät nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (32) der Linear-Schlittenvorrichtung (51) durch einen mit einem Druckmedium beaufschlagbaren Zylinder (54) erfolgt.

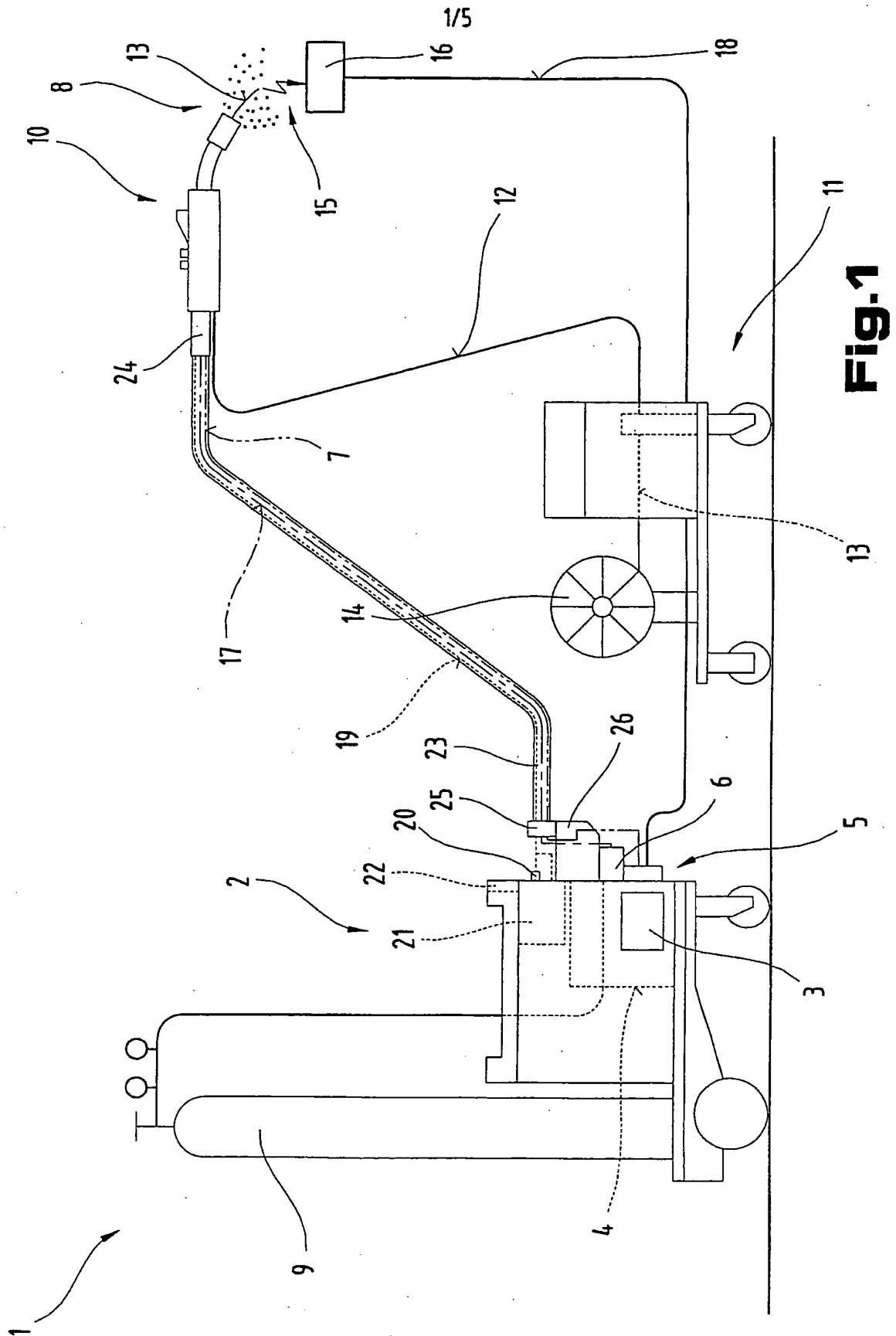
20 26. Schweißgerät nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (32) der Linear-Schlittenvorrichtung (51) durch einen Exzenterantrieb gebildet ist.

25

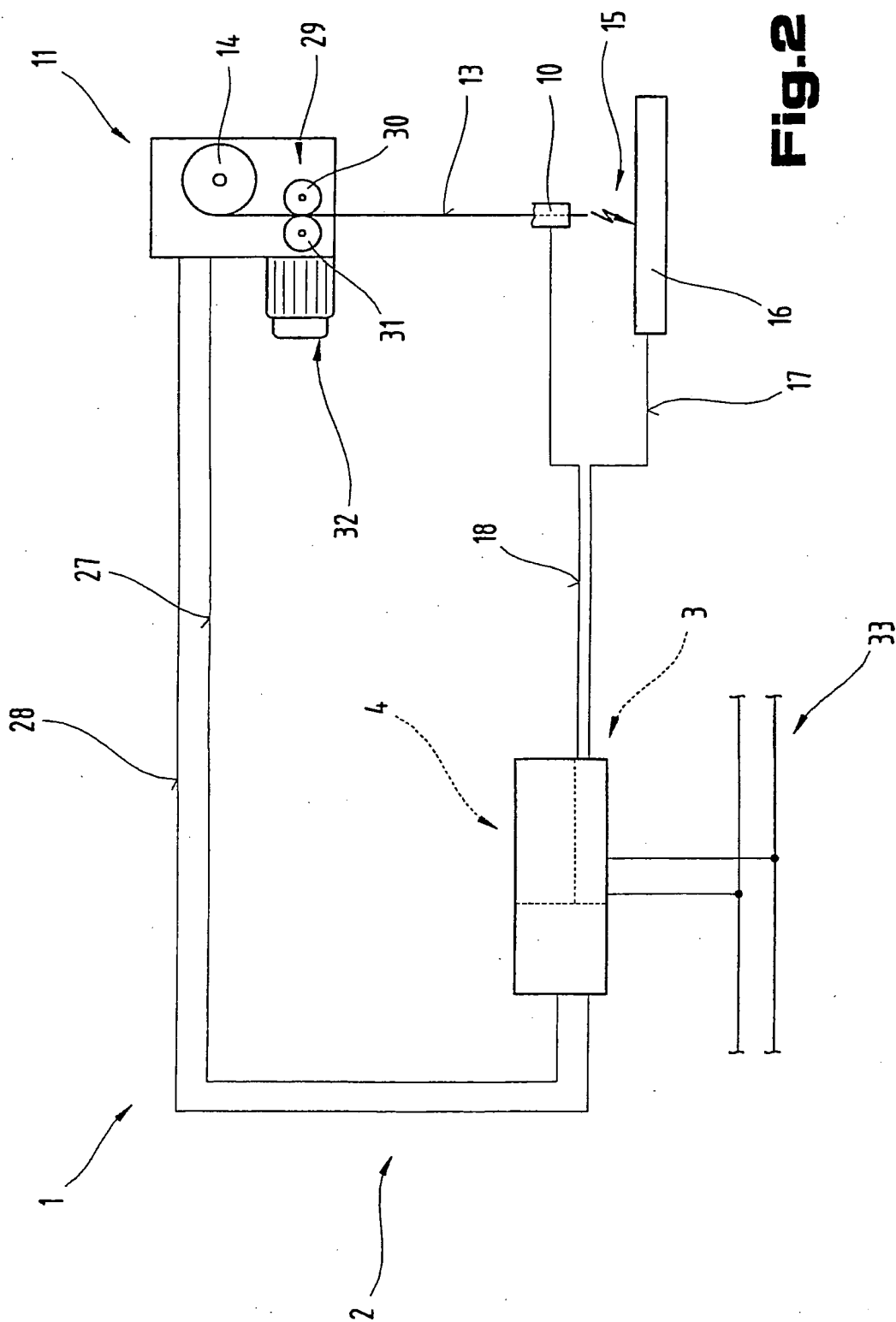
30

35

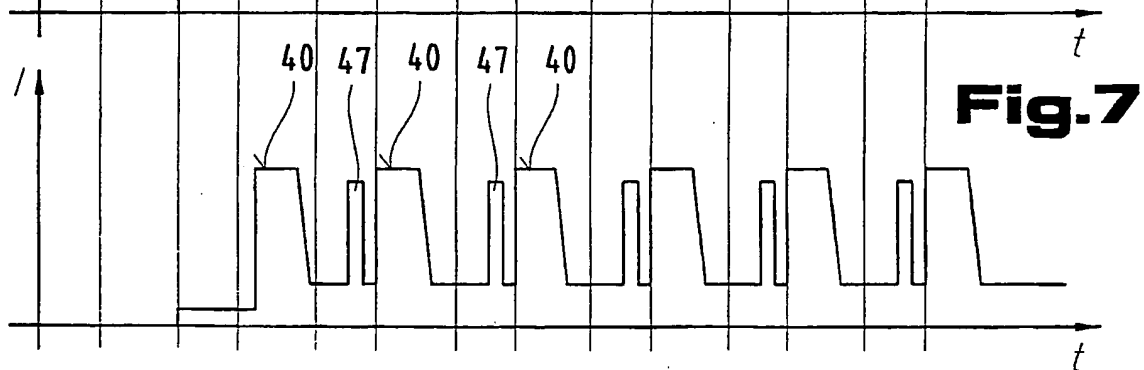
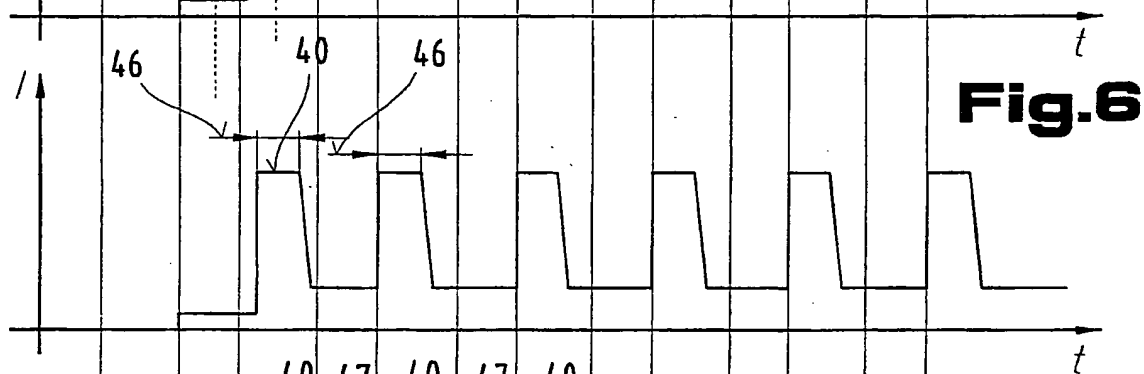
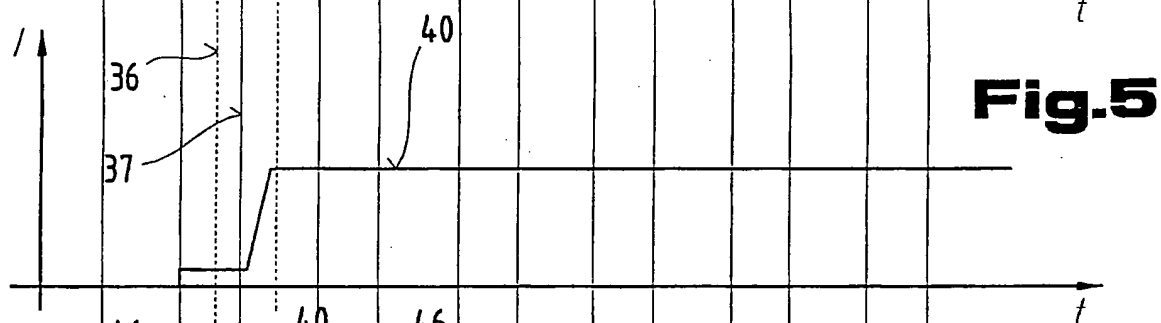
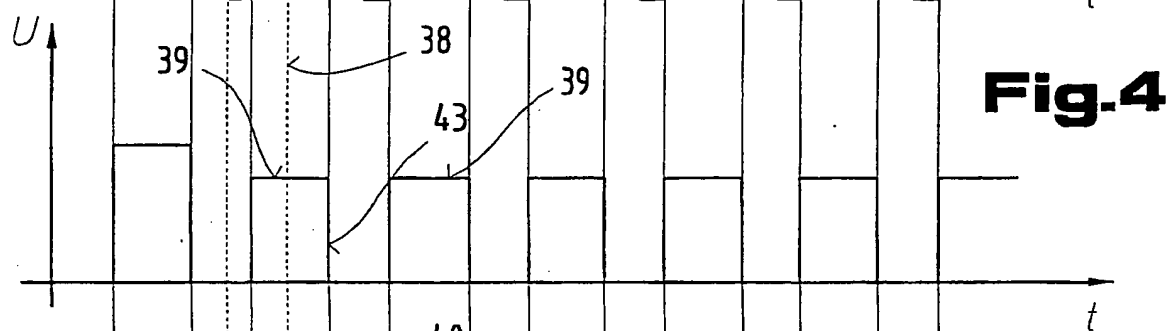
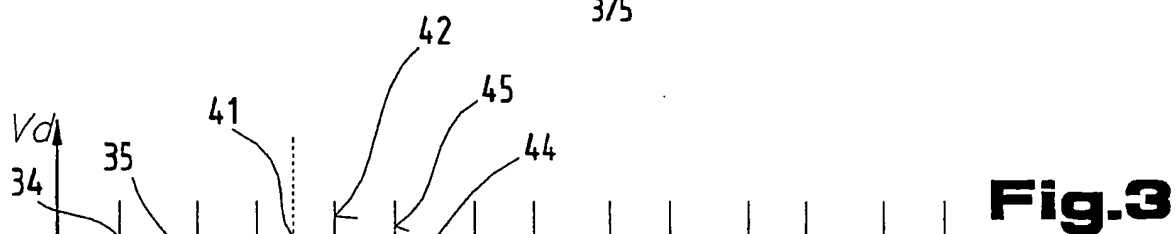
---



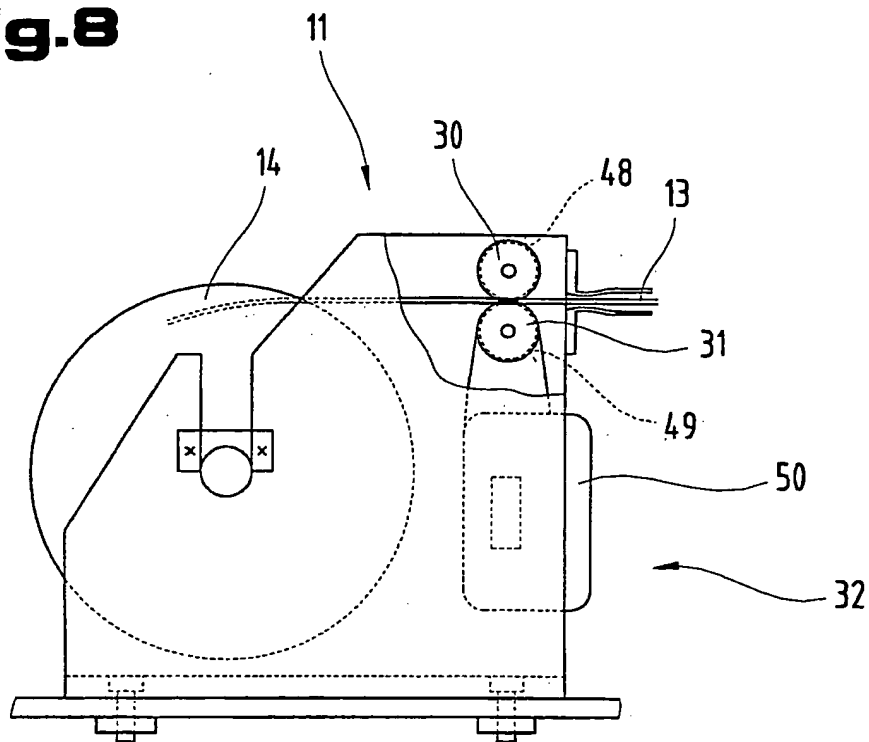
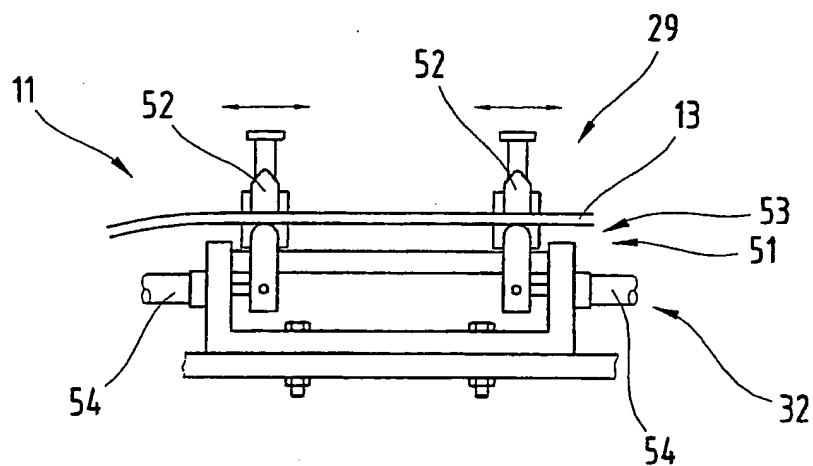




**Fig.2**

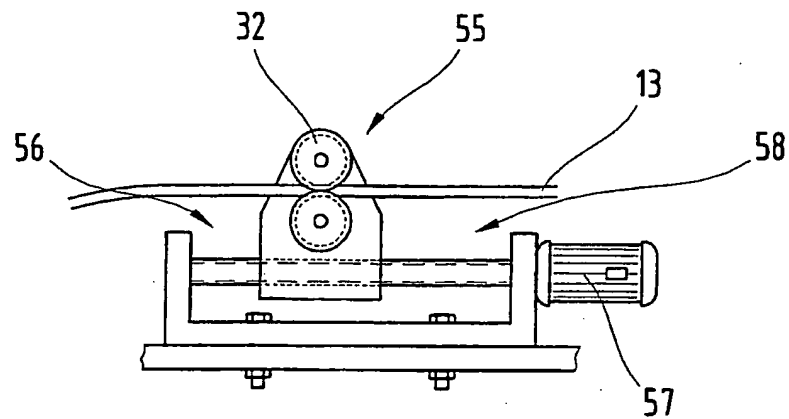


4/5

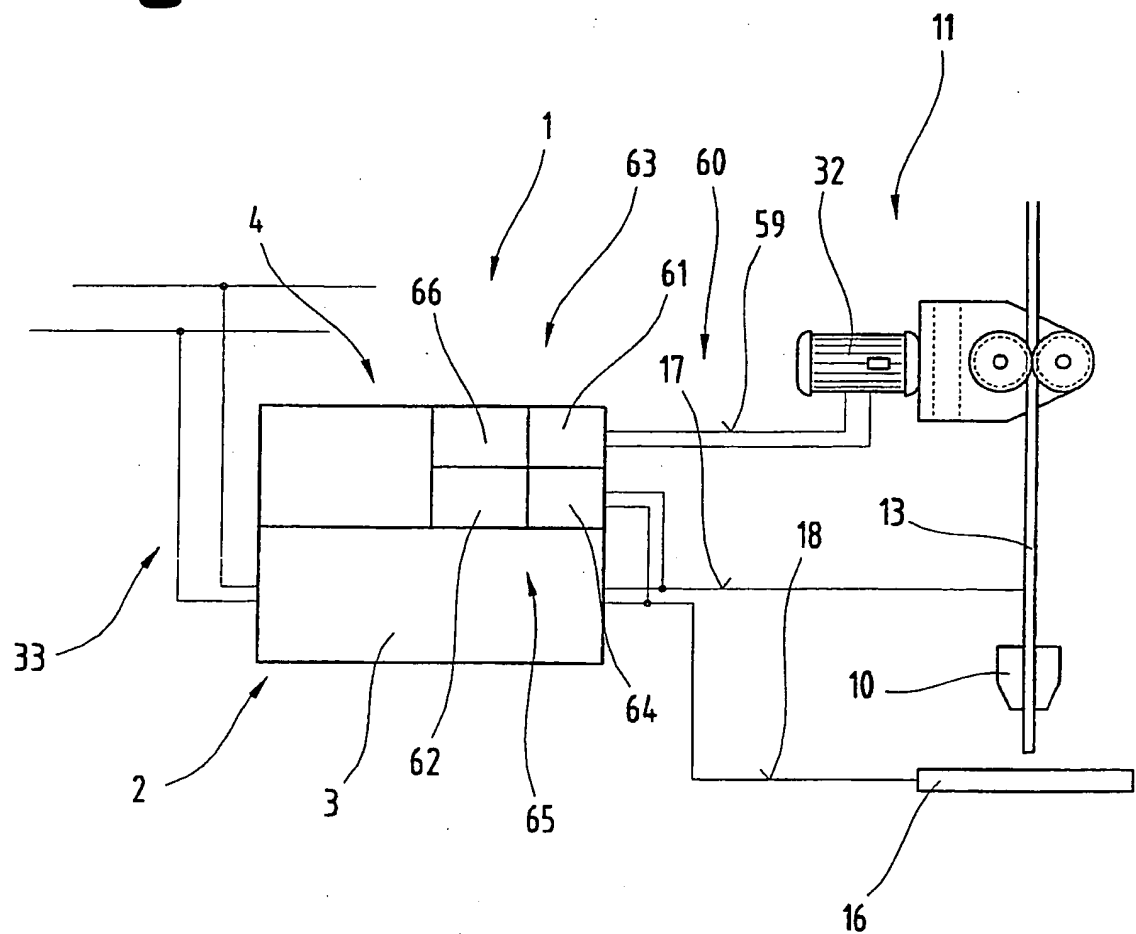
**Fig.8****Fig.9**

5/5

**Fig.10**



**Fig.11**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No.

PCT/AT 00/00106

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B23K9/073

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A,P	DE 197 38 785 A (LEIPOLD & CO. GMBH) 1 April 1999 (1999-04-01)  column 4, paragraph 2; figures 1,2	1-4,6,8, 11,12, 16-18, 21,22
A	EP 0 983 816 A (JAPAN AS REPRESENTED BY DIRECTOR GENERAL OF N.R.I.M TSUKUBA-SHI) 8 March 2000 (2000-03-08) paragraph '0019! - paragraph '0024!; figures 3A-3C	1-4
A	GB 2 002 667 A (SCHWEISSINDUSTRIE OERLIKON BUHRE A.G.) 28 February 1979 (1979-02-28) abstract figure 1	1,6,7, 10-12,16
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 August 2000

Date of mailing of the international search report

31/08/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Herbreteau, D

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/AT 00/00106

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 320 397 A (REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT) 14 June 1989 (1989-06-14)  column 3, line 39 - line 63; figure 1</p>	20,22

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Application No

PCT/AT 00/00106

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19738785	A	01-04-1999	NONE	
EP 0983816	A	08-03-2000	JP 2000079474 A JP 2000079470 A	21-03-2000 21-03-2000
GB 2002667	A	28-02-1979	CH 621724 A AT 369684 B AT 541078 A AU 520660 B AU 3878578 A BE 869633 A DE 2834774 A DK 363678 A ES 472519 A FI 782505 A FR 2400408 A IN 149947 A IT 1110499 B NL 7808483 A NO 782792 A PT 68401 A SE 7808262 A ZA 7804521 A	27-02-1981 25-01-1983 15-06-1982 18-02-1982 14-02-1980 01-12-1978 01-03-1979 19-02-1979 16-03-1979 19-02-1979 16-03-1979 12-06-1982 23-12-1985 20-02-1979 20-02-1979 01-09-1978 19-02-1979 29-08-1979
EP 0320397	A	14-06-1989	FR 2624418 A	16-06-1989

**Int** **tionales Aktenzeichen**



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 00/00106

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 320 397 A (REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT) 14. Juni 1989 (1989-06-14) Spalte 3, Zeile 39 - Zeile 63; Abbildung 1	20,22

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 00/00106

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19738785 A	01-04-1999	KEINE	
EP 0983816 A	08-03-2000	JP 2000079474 A JP 2000079470 A	21-03-2000 21-03-2000
GB 2002667 A	28-02-1979	CH 621724 A AT 369684 B AT 541078 A AU 520660 B AU 3878578 A BE 869633 A DE 2834774 A DK 363678 A ES 472519 A FI 782505 A FR 2400408 A IN 149947 A IT 1110499 B NL 7808483 A NO 782792 A PT 68401 A SE 7808262 A ZA 7804521 A	27-02-1981 25-01-1983 15-06-1982 18-02-1982 14-02-1980 01-12-1978 01-03-1979 19-02-1979 16-03-1979 19-02-1979 16-03-1979 12-06-1982 23-12-1985 20-02-1979 20-02-1979 01-09-1978 19-02-1979 29-08-1979
EP 0320397 A	14-06-1989	FR 2624418 A	16-06-1989

Welding Method And Welding Device For Carrying Out Said Welding Method

The invention relates to a method and a device for arc welding according to the generic terms of claims 1 to 20.

EP 0 904 883 A1 discloses a method for the ignition and maintenance of an arc for arc welding. The creation of the arc and/or the ignition process takes place via a constant energy source. Here, the welding rod is moved toward the work piece until contact is made, thus until the formation of a short circuit, due to which subsequently the welding rod is provided with energy from the energy source. Then the welding rod is moved away from the work piece so that the arc is ignited due to the withdrawal of the welding rod from the work piece, thus the disruption of the short-circuit condition. The reverse movement of the welding rod from the work piece is continued until an appropriate arc length is obtained at which point the movement of the welding rod is reversed toward the work piece, thus in an advance movement. At this point the ignition process of the arc comes to a conclusion so that a welding process can be carried out by a continuous advance movement of the welding rod toward the work piece, where if a short circuit occurs, i.e., if the welding rod runs on to the surface of the work piece, then a higher current pulse is applied to the welding rod than the pre-set welding current, so that a fusion of the short circuit and a detachment of the metal droplets are achieved. However, in doing so, the advance movement of the welding rod is maintained.

Here what proves to be disadvantageous is that the increase in the welding current in the form of a current pulse leads to a smelting of the metal drops, during which there is an incidence of weld spatter due to the high current intensity at the point of the disruption of the short circuit.

The objective of the present invention is to propose a method and create a device for the ignition and maintenance of an arc wherein the welding quality of the welding process is substantially higher.

This objective of the invention is achieved by the characteristic steps mentioned in claim 1. Here it is advantageous that the process sequence is controlled in such a manner that in case of a short circuit occurring between the welding rod and the work piece after the concluded ignition process, a feed movement, i.e., an advance movement of the welding rod is affected, wherein the advance movement is temporarily stopped and/or reversed in order to disrupt the short circuit. Due to this it is possible to maintain a constant welding current, thus an increase in current as is normally required for disrupting a short circuit, is no longer necessary. Thus even the weld spatter that occurs during the disruption of the short circuit by the increase in current is avoided, due to which the inevitable occurrence of erroneous, unclean welding results can be avoided effectively. Another advantage is that even with thick welding rods it is possible to achieve relatively small welding seams totally free of spatter. Likewise it is possible to make so-called microweldings on very thin sheets using thin welding rods. This is possible only because the formed metal drops are no longer detached using a very high current pulse. Instead the detachment is carried out by the reverse movement of the welding rod and surface tension of the weld pool.

What proves to be advantageous due to the steps mentioned in claims 2 to 11 is that a spatter-free welding method can be carried out without high expenses for controlling or regulating the process.

The steps mentioned in claims 12 to 14 are also advantageous because due to these steps, process-based pre-set parameters can be taken as a basis for the regulation of the welding method, thus enabling a quick reaction that is required for controlling processes of this kind. By the regulated exertion of influence on the feed movement of the welding rod taking into consideration the pre-set process parameters, these steps compared to the processes known from prior art keep the heat application at a substantially low level due to which this method is particularly suitable also for a welding process of very thin materials and the design of the devices for supplying the welding rod is simplified by using welding rods with greater cross-sectional area.

In accordance with the advantageous steps described in the claims 15 and 16, the welding method is applicable for all welding devices forming the state of the art and thus the invention covers the entire spectrum of different applications.

Finally even the measures described in the claims 17 to 19 are advantageous because due to these the necessary short reaction time while controlling the drive of the feed device and particularly the rapid reversal of the direction of the movement of the welding rod is possible.

The task of the invention is also solved by the characteristic features of the claim 20. The surprising advantage here is that by reversing the drive of the feed device and thus the direction of the movement of the welding rod, the short circuit phases that occur periodically in the welding process if a melting part particularly of the metal drop of the welding rod that merges into the welding pool, can be disrupted without requiring to adjust the position of the welding torch with respect to the work piece. Thus even steps to increase the current for disrupting a short circuit that mostly cause welding spatter and affect the welding result negatively are not necessary.

Another disadvantageous embodiment is also described in claim 21 since it is possible to reverse the movement very rapidly during a drive using a servomotor.

Another advantageous embodiment is described in claim 22 that makes it possible to use cost-effective conventional devices.

In accordance with the advantageous embodiment as described in claim 23, there are a multitude of alternatives for the drive of such type of a feed device for the welding rod.

In accordance with another advantageous embodiment that is described in claim 24, a high precision of the feed device is achieved and this embodiment is particularly suitable for use in the field of microwelding, i.e., where special importance is accorded to very exact control sequences.

Finally claims 25 and 26 also describe a very cost-effective embodiment by using less interference-prone components.

The invention is explained in more detail for better understanding on the basis of embodiments that are illustrated in the following figures of which:

- Fig. 1 is a schematic illustration of a welding device with the individual components in simplified schematic representation.
- Fig. 2 is a simplified block diagram for the implementation of the welding method in accordance with the invention with a welding device in accordance with the invention;
- Fig. 3 is a diagram with the feed process of the welding rod for the implementation of the welding method in accordance with the invention;
- Fig. 4 is a diagram of the voltage flow during the implementation of the welding method in accordance with the invention;
- Fig. 5 is a diagram of the current flow during the implementation of the welding method in accordance with the invention;
- Fig. 6 is a diagram of another variant of the current flow during the implementation of the welding method in accordance with the invention;
- Fig. 7 is a diagram of another possible current flow during the implementation of the welding method in accordance with the invention;
- Fig. 8 is a view of an embodiment of a feed device for the welding rod for the welding device in accordance with the invention;

- Fig. 9 is another view of an embodiment of a feed device for the welding rod for the welding device in accordance with the invention;
- Fig. 10 is an additional view of an embodiment of a feed device for the welding rod for the welding device in accordance with the invention;
- Fig. 11 is a schematic diagram for controlling the drive of the feed device for the welding rod of the welding device in accordance with the invention.

It is important to note that in the different embodiments described, the same parts are provided with the same reference symbols and/or same component names, where the disclosures contained in the complete description can be applied logically to the same parts with the same reference symbols and/or same component names. Also the specifications regarding position such as for instance, up, down, lateral etc. refer to the figure directly described and/or illustrated and in case of a change in position, these must be applied logically to the new position. Furthermore, there can also be individual characteristics or combination of features resulting from the different embodiments illustrated and described for solutions that are by themselves self-contained, inventive or in accordance with the invention.

Figure 1 illustrates a welding machine and/or a welding device 1 for the most different welding methods such as for instance MIG/MAG welding and/or TIG welding or electrode welding method.

The welding device 1 comprises a current source 2 with a power section 3, a control device 4 and a changeover device 5 that is assigned to the power section 3 and/or the control device 4. The changeover device 5 and/or the control device 4 is connected to a control valve 6 that is arranged in a supply cable 7 for a gas 8, particularly a protective gas such as for instance CO<sub>2</sub>, helium or argon etc. between a gasholder 9 and a welding torch 10.

In addition, also a feed device 11 as is commonly used for MIG/MAG welding can be controlled via the control device 4. A welding rod 13 is fed via a supply cable 12 from a storage barrel 14 into the area of the welding torch 10. The feed device 11 can be integrated into the welding device 1 as is known from prior art instead of being designed as an attachment as illustrated in figure 1.

The current for creating an arc 15 between the welding rod 13 and a work piece 16 is supplied via a supply cable 17 from the power section 3 of the current source 2 to the welding torch 10 and/or the welding rod 13 where the work piece 16 to be welded is also connected via another supply cable 18 to the welding device 1 particularly to the current source 2. Thus an electric circuit can be set up via the arc 15.

For the purpose of cooling, the welding torch 10 can be connected via a cooling circuit 19 to a coolant reservoir 21 by interpositioning a flow monitor 20. Due to this during the initial operation of the welding torch 10, the cooling circuit 19, particularly a fluid pump, can be started. The fluid pump is used for the fluid that is arranged in the coolant reservoir 21. Thus a cooling of the welding torch 10 and/or the welding rod 13 is brought about.

Furthermore, the welding device 1 has an input- and/or output device 22 via which the most different welding parameters and/or operating modes of the welding device 1 can be set up. In doing so, the welding parameters that are set up via the input- and/or output device 22 are transmitted to the control device 4 which then controls the individual components of the welding machine and/or welding device 1.

Moreover, in the illustrated embodiment, the welding torch 10 is connected via a tube packet 23 to the welding device 1 and/or the welding machine. In the tube packet 23, the individual cables are arranged from the welding device 1 to the welding torch 10. The tube packet 23 is connected via a state of the art attachment device 24 to the welding torch 10 whereas the individual cables in the tube packet 23 are connected via connection



sockets and/or plug connections to the individual contacts of the welding device 1. In order to ensure an appropriate strain relief of the tube packet 23, the tube packet 23 is connected via a cord anchorage 25 to a housing 26 of the welding device 1.

Figures 2 to 7, particularly figure 2, are simplified, schematic illustrations of the welding device 1 with the current source 2. According to this illustration, the individual components of the power section 3 as well as the control device 4 are integrated into the welding device 1. The current source 2 is connected via the supply cables 17, 18 to the welding torch 10 and/or the work piece 16. For the purpose of controlling the feed device 11, the control device 4 is connected via control lines 27, 28 to the feed device 11. The feed device 11 has the storage barrel 14 with the welding rod 13 and a drive device 29, for instance formed by conveyor rollers 30, 31 and a drive 32.

For the purpose of forming the arc 15 between the welding rod 13 and the work piece 16, the process sequence described below is controlled and monitored by the control device 4. The power section 3 is cable-connected in accordance with the illustrated embodiment to an external preferably regulated energy source 33.

In doing so it is possible to implement a welding method in which the control device generates an output signal depending on the self-adjusting arc voltage for changing the feed direction of the welding rod, wherein once the arc voltage drops to and/or below a process-based pre-set minimum value, the feed movement is stopped and/or the direction of the feed movement is reversed such that after the target value of the arc voltage has increased and attained and/or exceeded, the direction of the feed movement is reversed again.

Figures 3 to 5 illustrate the interrelation between feed of the welding rod, voltage and a possible controlled current progression. In doing so figure 3 illustrates the feed speed 'Vd' of the welding rod 13 depending on the time 't' that is indicated on the x-coordinate of the diagram. The curve progression of the feed speed 'Vd' in the area above the x-coordinate indicates an advance movement of the welding rod 13 toward the work

piece 16. The curve progression below the x-coordinate indicates a reverse movement that leads to a withdrawal of the welding rod from the work piece 16. Figure 4 illustrates the voltage flow and figure 5 illustrates the current flow on the welding rod 13 with the curve progression of the voltage U and the curve progression of the current I.

The illustrated welding method uses an ignition process that is known from prior art for the initial ignition of the arc 15, such as for instance from EP 0 904 883 A. Hence the ignition process is not discussed in detail here. It is also possible to use any other ignition processes that are known from prior art particularly for a short circuit welding. In doing so it is not necessary to carry out an advance and reverse movement of the welding rod 13 for igniting the arc 15 for the first time. Instead it is possible to ignite the arc 15 by an advance movement of the welding rod 13 i.e., for instance, by using even a high frequency ignition.

The welding method, particularly the ignition process, is started at the point of time 34. In doing so, the control device 4 sets off an advance movement of the welding rod 13. At the same time, the current source 2 is activated so as to supply an appropriate amount of energy to the welding rod 13. At the point of time 35 a short circuit takes place between the work piece 16 and the welding rod 13, i.e., the welding rod 13 runs on to the surface of the work piece 16 such that the voltage applied to the welding rod 13 disrupts and the current begins to flow. This short-circuit between the welding rod 13 and the work piece 16 is identified by the control device 4 upon which the control device 4 sets off a reverse movement of the welding rod 13, thus a backward movement.

At the point of time 36, the welding rod 13 withdraws from the surface of the work piece 16 and the arc 15 is ignited automatically. This ignition of the arc 15 is identified by the control device 4. The backward movement of the welding rod 13 can be continued until an appropriate pre-set arc length is achieved. After attaining the pre-set arc length, the backward movement of the welding rod 13 can again be reversed into an advance movement as can be seen at the point of time 37. Simultaneously, the current is increased so that a stable arc 15 can be set up. At the point of time 38 the arc 15 stabilizes due to

which the ignition process of the arc 15 concludes and the selected welding process can be started. It is possible to end the backward movement of the welding rod when the short circuit is disrupted and thus to set off an advance movement of the welding rod 13. In doing so, reference is made to both the points of time described earlier 36 and 37.

After the formation of the arc 15, an arc voltage 39 is adjusted between the welding rod 13 and the work piece 16. The voltage flow of the arc is monitored by the control device 4. Simultaneously the feed takes place with the welding current 40 that is necessary for the welding process via the current source 2 in a process-based pre-set order of magnitude. Figure 5 illustrates an embodiment with a current flow with a welding current 40 that is kept constant, i.e., for instance, a welding current 40 applied to the welding rod 13 is kept constant throughout the entire welding process implemented.

From the point of time 38 the welding rod 13 is moved for instance with a constant maximum pre-set feed speed according to curve progression 41 toward the work piece 16. During this phase, the welding rod 13 starts to melt and thus a metal drop is formed at the end of the welding rod that is transferred into the welding pool by the surface tension present in the welding pool. During the transfer as illustrated at a point of time 42, a short-circuit is formed temporarily i.e., the welding rod 13 touches the surface of the work piece 16 with the molten metal drop. This can be identified by the control device 4 because the built-up arc voltage 39 on the welding rod 13 disrupts corresponding to the curve progression 43 illustrated in figure 4.

Due to the monitoring of the arc voltage 39 at the onset of the state of the short circuit in the control device 4, a regulating process is generated for reversing the drive device 29 of the feed device 11 for the welding rod 13. Due to the reversal of the drive device, the drive 32 carries out a backward movement of the welding rod 13 according to the curve progression 44 as has been illustrated in figure 3 from point of time 42. This backward movement is continued until the short circuit state is disrupted i.e., the welding rod 13 is released from the surface of the welding pool and thus the arc 15 is reignited due to

which the arc voltage 39 gets readjusted from a point of time 45 that marks the disruption of the short circuit state.

During this backward movement, i.e., from point of time 42, however, the pre-set current flow, particularly the welding current 40 is maintained i.e., during the formation of the short circuit, a current increase for the fusion of the short circuit, as is known during welding processes from prior art, is not brought about. This ensures a spatter-free detachment of the metal drop from the welding rod 13.

The detachment of the metal drop takes place during the process in accordance with the invention in such a manner that due to the short circuit, i.e., due to the molten metal drop touching the welding pool, the metal drop is drawn into the welding pool due to the surface tension of the latter. The backward movement of the welding rod supports the detachment of the metal drop from the end of the welding rod and thus a more rapid detachment of the metal drop is brought about. Once the metal drop is detached from the end of the welding rod, the short circuit is disrupted and a new arc 15 is ignited automatically as can be seen in figure 45. Upon that again a reverse movement of the welding rod 13, i.e., the movement of the welding rod is reversed from the backward movement into an advance movement again until a short circuit takes place again leading to the steps described earlier.

By this type of drop release, particularly the metal drop, it is possible to create a welding method for an ignition process and a welding process that runs completely spatter-free and thus after-treatments of the surface of the work piece 16 are no longer necessary. Due to the backward movement of the welding rod 13, the state of short circuit is disrupted without requiring a corresponding increase in the current for detaching the metal drop. The described embodiment is used mainly in a so-called short arc welding in which the material handling takes place in the short circuit phase of the arc 15. However it is also possible to use this welding method even for other welding processes.

An essential advantage of this welding method is that now it is possible to manufacture relatively small welding seams in a completely spatter-free manner using even thicker welding rods 13. Likewise, it is possible to manufacture so-called microweldings on very thin sheets using thin welding rods 13.

The manner in which the welding current 40 and the feed movement of the welding rod 13 is controlled throughout the process state is arbitrarily variable. In doing so it is also possible that the movement of the welding rod is not reversed at the same time as the disruption of the short circuit, instead that the welding rod 13 is moved in the backward direction so long until an appropriate arc length is adjusted and consequently only the advance movement is set off for the further melting of the metal drop. The welding current 40, for instance, as illustrated schematically in the diagrams of figure 6 and 7 can be pulsed with an arbitrary frequency and the welding rod 13 at the end of the pulse executes a movement toward the work piece 16 until the metal drop contacts the welding pool. The occurring short circuit is subsequently disrupted by a backward movement of the welding rod 14 after which a new current pulse is applied by stopping the drive device 32 and/or reversing the movement into the advance movement of the welding rod 13.

Another option is to reduce the welding current during the advance movement of the welding rod 13 to a lower value in order to eliminate the recoil forces that could hurl out the metal drop from the arc 15 while using larger welding currents and CO<sub>2</sub> as protective gas and thus can as a result of the occurring welding spatter affect the welding result negatively.

Figure 6 illustrates an embodiment with a pulsed current flow. After the conclusion of the ignition process the welding current 40 is kept constant for a certain period of time 46 at a pre-set current intensity so that an appropriate metal drop can be formed at the end of the welding rod.

Since in a robotic welding machine the distance between the welding torch 10 and the surface of the work piece 16 is constant, the individual points of time of short circuit are known so that the welding current 40 can be reduced before the formation of a short circuit. For the purpose of fixing the individual points of time of short circuit, first a corresponding experimental welding can be carried out so that the control device 4 can record and save these points of time. If the distance between the welding torch 10 and the surface of the work piece 16 is known, then the control device 4 can calculate these points of time due to the pre-set welding rod feed speed so that the control device 4 can in turn determine the length of the period of time 46 required for decreasing the welding current 40 before the short circuit.

In case of the welding process illustrated in figure 6, the welding current 40 is decreased to a lower value before the formation of a short circuit. As a result, it is possible to use an essentially higher welding current 40 for the formation of the metal drop in a spatter-free manner because when the short circuit occurs between the welding rod 13 and the work piece 16, the welding current is reduced. In this illustrated welding method the welding current 40 is kept constant at an appropriate welding current intensity during the advance movement of the welding rod throughout a certain period of time 46. After the expiration of this period of time 46 the welding current 40 is reduced to an appropriate lower value. The welding current 40 is subsequently kept constant at its lower value until the reignition of the arc 15, i.e., a constant welding current 40 is maintained during the occurrence of the short circuit and the consequent backward movement.

It is possible to maintain the higher welding current 40 until a short circuit is formed and subsequently to reduce the welding current to the pre-set lower welding current value.

The advantage of a process of this type with a pulsed welding current 40 is that the heating of the welding rod 13 can be kept low because a considerable current load acts on the welding rod 13 only throughout a definite period of time 46.

Figure 7 again illustrates a welding method in which the welding current 40 is applied to the welding rod 13 in a pulse-shaped manner as has been described in figure 6. However in this process an additional current pulse 47 is formed in the backward movement of the welding rod 13 i.e., after the formation of the short circuit. The task of this current pulse 47 is to supportively detach the metal drop, i.e., due to this current pulse, 47, a necking is formed during the backward movement enabling an easy and fast release of the metal drop from the welding rod 13. In doing so the intensity of the current pulse 47 can be adjusted freely. The intensity of this current pulse 47 is selected in such a manner that no detachment of the metal drop should take place in case of an appropriate welding rod diameter.

The formation and the application of a current pulse 47 in the backward movement causes the additional energy to be brought into the metal drop so that no cooling down and/or an additional softening of the metal drop is carried out, thus leading to a still easier detachment of the metal drop. Furthermore the current pulse 47 minimizes the backward movement i.e., the welding rod 13 does not have to be moved backwards so strongly any more.

It is essentially important to say about the individually illustrated processes of figures 3 to 7 that unlike the practice known to prior art where a constant advance movement of the welding rod 13 is carried out after the ignition of the welding current 40, in the welding method in accordance with the invention, the advance movement is interrupted after the formation of a short circuit and is reversed into a backward movement. In doing so it is also possible to only interrupt the advance movement i.e., the welding rod feed is maintained over a definite period of time, thus no backward movement is carried out and thus a metal drop detachment is brought about due to the applied welding current 40 and the surface tension of the welding pool.

The regulation of the process described earlier can also be released by selecting the welding rod feed speed arbitrarily and carrying out a corresponding current regulation or vice versa, i.e., by regulating the speed of the advance and/or backward movement

depending on the current or vice versa. This is possible because the control device 4 can identify the states of the short circuits and thus can take up an appropriate regulation of one of the two parameters namely of speed or of current. Due to this it is possible to regulate and/or determine the short circuit frequency. Due to this regulating option, it is also not required to determine and/or adjust or regulate the welding rod feed speed.

Thus the frequency of the advance and/or backward movement of the welding rod 13 can take place synchronously or asynchronously and with a time delay to the welding current 40 that is given by the current source 2. Likewise the welding current 40 can be applied to the welding rod 13 synchronously or asynchronously and with a time delay to the frequency of the advance- and/or backward movement of the welding rod 13.

Figure 8 illustrates the feed device 11 that consists of the storage barrel 14 with the welding rod 13 and the conveyor rollers 30, 31 with the drive 32. In order to achieve an accurate guide of the welding rod 13, conveyor rollers 30, 31 are provided with circumferential guide grooves 48, 49. A brushless servomotor 50 is suitable as a drive 32 for the fast change of direction that is necessary for the described welding process for causing the advance- or backward movement of the welding rod 13.

Figure 9 illustrates another embodiment of the feed device 11 for the welding rod 13. It is formed like a linear slide device 51 as is known to prior art, that is equipped with gripping pliers 52 for grasping the welding rod 13 and that are mobile in the opposite direction on a slide arrangement 53 and alternately stretch and move the welding rod 13 during the feed movement thus enabling a rapid reversal of direction of movement.

The drive 32 for feed devices 11 of such type can be operated via linear motors electrically as well as via drive elements for instance, cylinders 54, that are loaded with a pressure medium.

According to the invention, it is also possible to have a combination, in which a roller drive 55 is arranged on a slide device 56 whose direction of movement can be quickly



reversed, wherein the slide device 56 is moved for a smooth movement flow for instance via a spindle drive 58 that is operated with a servomotor 57, as has been illustrated in figure 10 schematically. In this embodiment, a reversal of the direction of rotation of the drive 32 is not necessary since the reversal of the direction of movement of the welding rod 13 is brought about by the spindle drive 58. It is also possible to form the drive 32 of the linear slide device 51 by an eccentric drive.

Figure 11 illustrates another embodiment of the welding device 1 in accordance with the invention on the basis of a schematic diagram. The welding device 1 that is fed by the energy source 33 has the power section 3 with the current course 2, the control device 4, the feed device 11 for the welding rod 13 as well as the supply cables 17, 18 and the welding torch 10 for the execution of the welding process on the work piece 16. In a supply circuit 60 that is formed by cables 59 for the drive 32, a switching equipment 61 for instance for reversing the drive 32 is provided to the servomotor 50. Apart from that, the control device 4 has a control circuit 63 that is formed by a target-actual value comparator 62 and is loaded by an evaluation circuit 64 that detects the arc voltage. The evaluation circuit 64 and the target-actual value comparator 62 form with the control circuit 63 a diagnostic switch 65 for loading the switching equipment 61. In the evaluation circuit 64, the voltage change on the arc 15 is permanently determined wherein the voltage change in a pre-set time unit is calculated preferably by means of a timing element 66 and taken as a basis for a regulating function in the diagnostic device 65. Thus it is now possible to carry out the control of the drive 32 of the feed device 11 depending on the voltage change of the arc 15 and depending on stored parameters of the target-actual value comparator 62 and to convey the welding rod 13 toward the work piece 16 with a regulated feed speed. During the detection of a voltage drop, countermeasures by the reversal of the drive 32 and thus the reversal of movement of the welding rod 13 is possible in split seconds. Due to this a short circuit state with its negative effects such as the welding rod 13 'sticking' to the work piece 16 and/or 'welding spatter' can be avoided effectively.

The embodiment of the device that moves the wire electrode forward and/or backward, is applicable on all possibilities imaginable and does not restrict the scope of the invention.

Thus for instance the drive of the welding rod can be formed using two rollers that have a groove in which the rod is led. These rollers are driven for instance by a brushless servomotor that is specified for very fast changes of rotating directions.

Moreover a drive using a gripping mechanism is also possible or a roller drive that is mounted on a slide wherein the direction changes of the wire electrode particularly the welding rod take place via the slide.

The drive unit should be located in the described embodiments very close to the welding torch especially the tip of the welding torch because in case of larger distances the movement at the welding torch tip takes place with a delay to the movement of the drive of the welding rod due to the clearance in the core of the feed of the welding rod and thus it is not possible to react to the process state with the appropriate speed.

However, even the feed movement of the welding rod, i.e., the advance and/or backward movement can take place by the relative movement of the welding torch 10 to the work piece 16 that is fastened for instance on a linear slide. In this case the feed control of the welding rod can move the welding rod with constant speed toward the front, i.e., toward the work piece 16 and/or the welding pool and the drive does not have to be located directly near the welding spot. The drive also does not require in this case to execute any backward movement.

It must be stated here that the process sequence in accordance with the invention described earlier and also the device in accordance with the invention are applicable in a manual welding process and also in mechanically executed welding processes, for instance, especially on welding robots. It is pointed out in conclusion that in the embodiments described earlier, individual components are illustrated with unproportionately larger dimensions in order to facilitate the understanding of the

solution in accordance with the invention. Furthermore even individual parts of the combinations of features described earlier of the individual embodiments together with other individual features from other embodiments form self-contained solutions in accordance with the invention.

Above all, each of the embodiments illustrated in figures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 form the object of self-contained solutions in accordance with the invention. The tasks and solutions according to the invention and referring to these embodiments must be derived from the detailed description of these figures.

#### List of reference symbols

1	welding device
2	current source
3	power section
4	control device
5	changeover device
6	control valve
7	supply cable
8	gas
9	gasholder
10	welding torch
11	feed device
12	supply cable
13	welding rod
14	storage barrel
15	arc
16	work piece
17	supply cable
18	supply cable
19	cooling circuit
20	flow monitor

21	coolant reservoir
22	input- and/or output device
23	tube packet
24	attachment device
25	strain relief device (cord grip, cord anchorage)
26	housing
27	control line
28	control line
29	drive device
30	conveyor roller
31	conveyor roller
32	drive
33	energy source
34	point of time
35	point of time
36	point of time
37	point of time
38	point of time
39	arc voltage
40	welding current
41	curve progression
42	point of time
43	curve progression
44	curve progression
45	point of time
46	period of time
47	current pulse
48	guide groove
49	guide groove
50	servomotor
51	linear slide device

52	gripping pliers
53	slide arrangement
54	cylinder
55	roller drive
56	slide device
57	servomotor
58	spindle drive
59	cable
60	supply circuit
61	switching equipment
62	target-/actual value comparator
63	control circuit
64	evaluation circuit
65	diagnostic switch
66	timing element

## Patent Claims

1. Welding method especially an arc welding method for carrying out a welding process with a welding rod that melts off in an arc. The welding rod is supplied with power by at least one regulated source of current wherein a control device controls or regulates the source of current. The welding method is characterized in that if a short circuit occurs between the welding rod and the work piece once the arc is ignited for the first time, particularly after the conclusion of the ignition process, the advance movement of the welding rod is stopped or reversed.
2. Welding method in accordance with claim 1 characterized in that the control device generates an output signal for changing the feed direction of the welding rod depending on the adjusted arc voltage.
3. Welding method in accordance with claim 1 or 2 characterized in that after the arc voltage drops to and/or below a process-based pre-set minimum value, the feed movement is stopped and/or reversed.
4. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims characterized in that after the pre-set value of the arc voltage is increased and attained and/or exceeded, an inversion of the direction of the feed movement takes place again.
5. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims characterized in that a welding current applied to the welding rod is maintained constant throughout the execution of the entire welding process.
6. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims 1 to 4, characterized in that during the advance movement of the welding rod the welding current is maintained at an appropriate current level for a certain period

of time, where after this period of time expires and/or before a short circuit is formed between the welding rod and a welding pool, the welding current is reduced to an appropriate lower value.

7. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims 1 to 4 or 6 characterized in that the welding current is maintained at a lower value until the arc is reignited (struck again).
8. Welding method in accordance with one or more of the afore-mentioned claims 1 to 4 or 6 characterized in that an additional current pulse is applied to the welding rod in the reverse movement of the welding rod, i.e., after the occurrence of the short circuit.
9. Welding method in accordance with one or more of claims 1 to 4, 6 or 8 characterized in that during the reverse movement of the welding rod, a necking of the metal drops occurs due to the current pulse, which enables a simpler and faster detachment of the metal drop from the welding rod.
10. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims characterized in that the frequency of the advance or reverse movement of the welding rod takes place in a synchronous or asynchronous manner and with a time delay to the welding current applied to the welding rod by the source of current.
11. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims characterized in that the welding current is applied to the welding rod in a synchronous or asynchronous manner and with a time delay to the frequency of the advance- and/or reverse movement of the welding rod.
12. Welding method in accordance with claim 1 characterized in that the arc voltage is monitored in a target-actual value comparator of the control device.

13. Welding method in accordance with claim 1 or 2 characterized in that the target/actual value comparator and a switching equipment forms a control circuit for a drive device of the feed mechanism with a diagnostic switch.
14. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims characterized in that the diagnostic switch is connected by cable to a data memory of the control device.
15. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims characterized in that the source of current is formed by a constant current source.
16. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims characterized in that the welding rod is charged with pulsed current of a power section of the current source.
17. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims characterized in that an evaluation circuit is arranged in the control circuit for determining the change of the arc voltage in a unit of time.
18. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims characterized in that a timing element of the evaluation circuit is designed for detecting the change of the arc voltage for a measuring process in the range of nano-seconds.
19. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims characterized in that the welding rod is continuously fed by the feed device toward the work piece and/or welding pool and the feed movement of the rod especially the advance- and/or reverse movement takes place by a movement of the welding torch relative to the work piece.



20. Welding device especially an arc welding device with a power section that is fed by a current source and a control device and supply cables for a welding torch and a feed device for supplying a welding rod to the welding torch characterized in that in the control device (4) a switching equipment (61) is provided that is cable-connected with an evaluation circuit (64) for the arc voltage. The switching equipment (61) is arranged in a supply circuit for the feed device (11) and a drive device (29) and/or the drive (32) of the feed device (11) is designed such that it can reverse the movement of the welding rod.
21. Welding device in accordance with claim 20 characterized in that the feed device (11) is formed by a roller drive (55) that is operated by a servomotor (50).
22. Welding device in accordance with claim 20 or 21 characterized in that the feed device is formed by a linear slide device (51) that is equipped with gripping pliers (52).
23. Welding method in accordance with one or more of the aforementioned claims characterized in that the roller drive (55) is arranged on the linear slide device (51).
24. Welding device in accordance with claim 22 or 23 characterized in that a slide device (56) is provided with the roller drive (55) and driven with a spindle drive that is operated by an electric motor.
25. Welding device in accordance with one or more of claims 22 to 24 characterized in that the drive (32) of the linear slide device (51) takes place by a cylinder (54) that can be loaded by a pressure medium.
26. Welding device in accordance with one or more of the aforementioned claims characterized in that the drive (32) of the linear slide device (51) is formed by an eccentric drive.

[see source for figures]